

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет
имени М.К. Аммосова»

На правах рукописи



Анисимов Евсей Евсеевич

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР
РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ) ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ
АВТОНОМНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ МЕЖСМЕННОЙ СТОЯНКИ**

Специальность 4.3.1. Технологии, машины и оборудование
для агропромышленного комплекса

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
Друзьянова Варвара Петровна
доктор технических наук,
профессор

Якутск – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 СОСТОЯНИЕ МЕХАНИЗАЦИИ КОНЕВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ).....	12
1.1 Особенности коневодства в Республике Саха (Якутия).....	12
1.2 Факторы, влияющие на эффективность табунного коневодства	15
1.3 Краткая характеристика инфраструктуры конебаз Якутии	18
1.4 Механизация коневодческих ферм.....	27
1.5 Способы использования биогаза.....	30
1.6 Конский навоз – сырьё для производства альтернативного топлива	33
1.7 Анализ исследований эксплуатации автотракторной техники в условиях низких температур.....	35
1.8 Предлагаемый способ отопления гаража в конебазах.....	49
Выводы по главе 1	51
ГЛАВА 2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	53
2.1 Математическое описание эффективности коневодства	53
2.2 Описание и обоснование предлагаемого пилотного модуля для межсменной стоянки сельскохозяйственной техники	57
2.3 Факторы, влияющие на эффективность автономного модуля для межсменной стоянки сельскохозяйственной техники	58
2.4 Предлагаемая математическая модель, описывающая тепловые процессы, протекающие при охлаждении двигателя автотракторной техники, укрытой защитным чехлом	59
2.5 Обоснование теплоизоляционных параметров защитного чехла для хранения сельскохозяйственной техники.....	64
Выводы по главе 2.....	70
ГЛАВА 3 МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	71
3.1 Общая методика экспериментальных исследований	71
3.2 Проведение эксплуатационных испытаний автономного модуля для межсменной стоянки сельскохозяйственной техники	71

3.3 Проведение мониторинга температурного процесса для определения эффективности защитных чехлов при различных способах укрытия	73
3.4 Планирование и обработка результатов эксперимента.....	74
ГЛАВА 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ	76
ИССЛЕДОВАНИЙ.....	76
4.1 Результаты проведения мониторинга температурного процесса для определения эффективности защитных чехлов при различных способах укрытия.....	76
4.2 Результаты вычислительной реализации разработанной математической модели.....	80
4.3 Описание конструкции переносного быстровозводимого устройства для установки теплоизоляционного чехла АММСС	83
4.4 Описание конструкции мобильного теплообменно-вентиляционного устройства	88
4.5 Результаты эксплуатационных испытаний автономного модуля для межсменной стоянки сельскохозяйственной техники.....	93
Выводы по главе 4.....	96
ГЛАВА 5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ РАЗРАБОТАННОГО АВТОНОМНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ МЕЖСМЕННОЙ СТОЯНКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	98
5.1 Эффективность внедрения АММСС в конебазы Якутии	98
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	101
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	103
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	120
Приложение А	121
Приложение Б	127
Приложение В.....	129
Приложение Г	131
Приложение Д.....	132
Приложение Е	133
Приложение Ё	135

ВВЕДЕНИЕ

Республика Саха (Якутия) является регионом с экстремально низкими средними температурами в зимний период года. В то же время значительную часть территории республики занимает сельская местность, где формирование условий нормальной жизнедеятельности местного населения напрямую зависит от надлежащего состояния подвижного состава эксплуатируемого транспорта – в основном это тракторы и автомобили. На протяжении многих лет наиболее распространенным видом трактора, широко используемым в деятельности агропромышленного комплекса Якутии, является трактор МТЗ. Тракторы указанной марки используют в качестве транспортирующего средства для подвоза льда, дров, сена, заготавливаемого для кормообеспечения сельскохозяйственных животных. При этом в связи с климатическими особенностями республики в зимний период нередко случаются трагические случаи, когда трактор ломается в пути, вдалеке от населенного пункта, водителю нечасто удается спастись.

В период с 2015 по 2020 годы в Республике Саха (Якутия), согласно государственному племенному регистру России, количество племенных коневодческих хозяйств увеличилось с 17 до 27.

Племенных хозяйств в Республике мало – в них содержится около 6% животных от общего поголовья лошадей. В данных хозяйствах наблюдается на 10% (69%) выше деловой выход на 100 кобыл, чем в товарных хозяйствах, где этот показатель составляет 59%. Племенные ремпродукторы ежегодно поставляют до 1 тыс. голов племенного молодняка. В регионе повсеместно проводится большая работа по освоению тебеновочных пастбищ в труднодоступных участках для предотвращения вытаптывания пастбищ вблизи сельских поселений. Так в 2017-2019 годах выделялась республиканская поддержка на строительство 250 конебаз, в среднем на 1 конебазу до 1 млн. руб.

Актуальность исследования. Особенностью табунного коневодства Якутии является круглогодичное содержание лошадей на тебеновочном корме. Таким образом, рост поголовья лошадей напрямую зависит от наличия тебеновочных

пастбищ. Для решения данной проблемы проводится интенсивное освоение пастбищ, находящихся на труднодоступных, заброшенных участках. Большинство этих угодий не подключены к электросетям, а также к ним отсутствуют дороги. Для освоения этих участков необходимо их обеспечить соответствующей социально-производственной инфраструктурой: это и обеспечение источниками света и тепла, и обязательные производственные помещения для стоянки и хранения техники в зимний период. Жилые помещения коневоды строят из срубов или приобретают вагоны-бытовки, а существенной проблемой является строительство гаражей. Ввиду огромных территорий угодий конебаз без тракторов и другой техники создать эффективное производство невозможно. Отсутствие дорог, толщина снега зимой и сезонные почвенные изменения в весенний и осенний периоды требуют обязательного применения колесных тракторов и другой вездеходной техники.

Условия хранения техники имеют важное значение, так как от них напрямую зависит общая продолжительность её эксплуатации. Надежный пуск, прогрев двигателя и тепловой эксплуатационный режим узлов и агрегатов техники при длительной стоянке в условиях низких температур могут быть обеспечены только в отапливаемых помещениях. Однако хранение техники в теплых гаражах – весьма дорогое мероприятие. В последнее время в северных регионах России и Республике Саха (Якутия) автолюбители для длительной стоянки массово используют так называемый «Портативный гараж», сшитый под габаритный размер автомобиля из 2-3-х слойного теплоизоляционного материала. Таким образом, транспорт фактически находится на хранении в безгаражных условиях. На наш взгляд, использование способа «Портативный гараж» под межсменную стоянку сельскохозяйственной техники (СХТ) даст возможность организовать оптимальное, доступное и относительно дешевое быстровозводимое помещение и позволит провести ремонтно-обслуживающие работы в оптимальных для здоровья условиях, повысит вероятность сохранения жизни человека, обеспечит заложенный заводом срок эксплуатации техники.

Поэтому работа, направленная на создание эффективных условий хранения техники в условиях низких температур путем обоснования и сооружения

передвижного, быстровозводимого автономного модуля для межсменной стоянки СХТ, является **актуальной научной задачей**. Реализация данного проекта повысит эффективность производственных показателей коневодческих бригад, так как позволит значительно сэкономить производственные затраты на ремонтно-обслуживающие процессы в зимний период. А также необходимо отметить, что для регионов с экстремальными погодными условиями в период межсезонья при возникновении чрезвычайных ситуаций данное устройство создаст приемлемые условия жизнедеятельности до прихода служб МЧС.

Данная работа выполнена в рамках приоритетных направлений основных научных направлений ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова»:

- решение экологических проблем техногенного и антропогенного воздействия на экосистемы;
- разработка, исследование корректности и численная реализация математических моделей природных и техногенных процессов Арктики и регионов Севера. Разработка математических методов, их применение в моделировании социально-экономических и экологических систем;
- новые эффективные строительные материалы и конструкции. Теплоустойчивость и энергоэффективность зданий в условиях Арктики и Севера. Энергоэффективность, энергоснабжение и альтернативные источники энергии;
- разработка новых материалов со специальными свойствами.

Перечень критических технологий РФ:

- технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетику;
- технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии.

Степень разработанности темы. Вопросам внедрения механизации в процесс разведения лошадей посвящены работы В.В. Калашникова, В.А. Пешехонова, С.А. Козлова, С.А. Зиновьевой, Н.Ю. Козловой, К.К. Арабяна, О.В. Поповой, М.И.

Киборта, А.В. Хотова и др. Особенности табунного коневодства Якутии раскрыты в работах Н.Т. Винокурова, И.Н. Винокурова, М.Ф. Габышева и др.

Влияние эксплуатационных факторов: природно-климатические условия, качество дорог, технические и технологические условия обслуживания и ремонта техники в зимний период, при низких температурах окружающей среды имеет огромное воздействие на эффективность работы трактора. По данной теме изучены работы Г.С. Лосавио, Е.Г. Рылякина, П.А. Власова, С.В. Корнеева, В.А. Тюлькина, А.П. Сырбакова, С.А. Эртмана, В.В. Ана, А.В. Неговоры, М.М. Разяпова, М.М. Хаскельберга, Е.Е. Кузнецова, С.В. Щитова, З.В. Кривуца, А.В. Кучера и др. В их работах отмечается, что двигатели автотракторной техники должны выдерживать высокие механические тепловые нагрузки, поэтому первоочередные требования предъявляются к качеству смазочного материала. С понижением температуры вязкость масел для двигателей и трансмиссионных масел повышается, что ухудшает их текучесть и прокачиваемость. В результате количество прокачиваемого масла уменьшается, резко снижается смазывающий эффект, приводящий к появлению полусухого и сухого трения. При охлаждении масел для двигателей до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже из-за резко возрастающей вязкости зачастую невозможно без подогрева запустить двигатель. Поэтому зимой при запуске трактор должен находиться в теплом помещении.

В системе отопления гаражей широкое применение получили инфракрасные газовые горелки. Поскольку биогаз и природный газ схожи по своей природе, то увеличив жиклер при входе в горелку, можно сжигать биогаз. Это было обосновано в работах В.П. Друзьяновой, А.В. Бондаренко. Большой вклад в исследование работы и разработку горелок с инфракрасными излучателями внесли Д.Я. Вигдорчик, А.И. Богомоллов, О.Н. Брюханов, Б.С. Ициксон, А.М. Левин, М.Б. Равич, А.К. Родин, Г.Н. Северинец и др.

Проведенный анализ научной литературы по тематике исследования показал, что механизация при табунном коневодстве в условиях Якутии отсутствует из-за сложности природно-климатических условий и децентрализованности конебаз. Для повышения эффективности производства в конебазах необходимы новые

технологии и методы создания эффективных условий хранения техники в период их межсменной стоянки. Использование автономных технических систем, обладающих низкой себестоимостью и высокой энергоэффективностью, позволит увеличить количество конезбаз путем внедрения в них передвижной технологии безгаражного хранения межсменной стоянки сельскохозяйственной техники, используемой для подвоза и раздачи кормов при табунном коневодстве.

Цель работы. Повышение эффективности табунного коневодства путем применения новых методов и технических средств, обеспечивающих надежность использования колесных тракторов с разработкой автономного модуля для их межсменной стоянки в децентрализованных конезбазах Республики Саха (Якутия).

Задачи исследования:

1. определить основные факторы, воздействующие на эффективность использования энергетических средств с учетом тепловых процессов, протекающих при охлаждении двигателя автотракторной техники, укрытой защитным чехлом;
2. обосновать необходимость улучшения условий эксплуатации энергосредств за счет использования автономного модуля для безгаражной стоянки;
3. теоретически обосновать и провести технологический расчет работы автономного модуля для стоянки сельскохозяйственной техники, использующего мобильное теплообменно-вентиляционное устройство;
4. провести экспериментальную проверку разработанных технологических и технических решений и дать экономическую оценку;
5. разработать рекомендации по практическому применению способа межсменной стоянки энергетических средств в условиях децентрализованных конезбаз.

Объект исследования. Процесс функционирования автономного модуля для межсменной стоянки сельскохозяйственной техники, источником тепла в котором является альтернативное топливо – биогаз, получаемый из конского навоза.

Предмет исследования. Закономерности тепловых процессов, протекающих в автономном модуле для межсменной стоянки сельскохозяйственной техники, отапливаемой альтернативным топливом и имеющей мобильное теплообменно-вентиляционное устройство.

Научная новизна работы. Получена математическая зависимость, позволяющая рассчитывать поголовье лошадей в зависимости от применения средств механизации подвоза и раздачи дополнительного корма животным в сложные природно-климатические периоды в условиях децентрализованных конебаз.

Предложен новый численный метод на основе математической модели для описания тепловых процессов при охлаждении двигателя автотракторной техники, находящегося в автономном модуле.

Определены и обоснованы режимные параметры автономного модуля для стоянки сельскохозяйственной техники в условиях низких температур.

Новизна, изобретательский уровень и промышленная применимость предложенных математических выражений, программ и технических решений подтверждены патентами РФ на интеллектуальную собственность и программой для ЭВМ.

Теоретическая и практическая значимость работы. Разработаны и экспериментально проверены новые подходы, позволяющие повысить эффективность использования энергетических средств в децентрализованные конебазы Республики Саха (Якутия) с использованием автономного модуля для межсменной стоянки. Обосновано, что в предлагаемой модульной стоянке энергетических средств в системе отопления рационально применять альтернативный источник энергии в виде биогаза, получаемого по анаэробной технологии из конского навоза. Исследованы взаимодействующие факторы с учётом региональных особенностей и предложена модель в виде численного прогнозирования охлаждения картера двигателя на основе метода конечных элементов при использовании автономного модуля стоянки. Разработан автономный модуль для межсменной стоянки энергетических средств в системе отопления которого топливом является биогаз—альтернативный источник энергии, получаемый из конского навоза. Предложены рекомендации по комплектованию оборудования и устройств разработанной системы автономного модуля межсменной стоянки энергетических средств для децентрализованных конебаз при использовании в зимних условиях. Разработана программа для ЭВМ «Вычислительная библиотека для численного прогнозирования охлаждения картера двигателя» (подтверждена свидетельством о государственной регистрации

программы для ЭВМ. №2021669883). Предложены технические решения по патентам: «Устройство для перевозки и хранения защитного чехла транспортного средства» (патент на полезную модель РФ: №185358), «Багажное устройство «Багаж-гараж» для перевозки и хранения защитного чехла транспортного средства (патент на полезную модель РФ: №181940), Переносное быстровозводимое устройство для установки тканевого защитного чехла транспортного средства (патент на полезную модель РФ: №213048).

Методология и методы исследований. Теоретические исследования проведены с применением современных методов поиска, анализа и обработки информации. В исследовательской деятельности использован математический аппарат метода конечных элементов, дифференциального и интегрального исчисления. Эксперименты проводились в зимнее время в условиях Республики Саха (Якутия). Полученные результаты подвергнуты обработке в соответствии с современными методами теории вероятностей, математической статистики и перспективного планирования экспериментальных исследований с применением специализированных программ FEniCS, EksisVisualLAB, iBDL_R, iBDL_MG.

Положения, выносимые на защиту:

1. Аналитические зависимости эффективности содержания лошадей от степени механизации подвоза, расстояния завоза корма, поголовья лошадей и раздачи дополнительного корма животным в холодный период.
2. Математическая модель, описывающая тепловые процессы, протекающие при охлаждении двигателя автотракторной техники, укрытой защитным чехлом.
3. Численный метод прогнозирования на основе математической модели, описывающей тепловые процессы, протекающие при охлаждении двигателя автотракторной техники, находящегося в автономном модуле стоянки.
4. Параметры, конструкции и технологические характеристики автономного модуля для межсменной стоянки автотракторной техники в условиях зимнего периода Якутии.

Степень достоверности и апробация результатов. Материалы исследований докладывались, обсуждались и получили одобрение на Международной научно-практической конференции «Транспортные системы Сибири. Развитие транспортной системы как катализатор роста экономики государства», г. Красноярск, 2016 г.; на Всероссийском форуме «Транспортные системы и дорожная инфраструктура Крайнего Севера», г. Якутск, 2018 г.; на 110-ой Международной научно-технической конференции «Безопасность колёсных транспортных средств в условиях эксплуатации», г. Иркутск, 2021 г.; на Всероссийской научно-практической конференции «Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития», г. Благовещенск, 2022 г.; на Национальной научно-практической конференции «Образование и наука» посвященной 60-летию ВСГУТУ, г. Улан-Удэ, 2022 г.; на Международной научно-практической конференции «Климат, экология, сельское хозяйство Евразии», г. Иркутск, 2022 г.; на Международной научно-практической конференции «Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования», г. Новосибирск, НГАУ, 2022 г.; на Всероссийской научно-практической конференции «Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития», г. Благовещенск, 2023 г.

Публикации. Список опубликованных научных трудов представлен 18 работами, в том числе 1 статья в издании, индексируемом в международной цитатно-аналитической базе Scopus, 5 статей в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, 1 патент на изобретение, 4 патента на полезную модель и 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, основной части из 5 глав, заключения, списка литературы, состоящего из 148 наименований, из них 8 на иностранном языке и приложения. Общий объем работы составляет 137 с., содержит 12 таблиц, 48 рисунков.

ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ МЕХАНИЗАЦИИ КОНЕВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)

1.1 Особенности коневодства в Республике Саха (Якутия)

Табунное коневодство является одной из ключевых форм ведения сельского хозяйства Республики Саха (Якутия), в связи с чем для развития данной отрасли разрабатываются и применяются соответствующие меры [111].

По состоянию на первое полугодие 2022 года в Республике Саха (Якутия) поголовье лошадей составило 181 тыс. гол., что, по сравнению с предшествующим периодом, меньше на 1 тыс. (Таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Динамика поголовья лошадей Республики Саха (Якутия) с 1991 по
2021 годы (по итогам года)

Годы	Количество лошадей, гол.	в том числе кобыл, гол.	Удельный вес кобыл, %
1991	209134	102246	48,9
1992	203070	93856	46,2
1993	186397	88090	47,3
1994	166997	83801	50,2
1995	158513	82379	52,0
1996	143839	80181	55,7
1997	128566	70252	54,6
1998	120890	72631	60,1
1999	127609	72328	56,7
2000	129496	69294	53,5
2001	131261	68845	52,4
2002	130828	69004	52,7
2003	136336	75670	55,5
2004	130878	74261	56,7
2005	130177	70500	54,2
2006	129357	79414	61,4
2007	134211	80187	59,7
2008	150434	86563	57,5
2009	159844	89569	56,0
2010	163444	90918	55,6
2011	170838	96876	56,7
2012	169715	101833	60,0
2013	167642	102865	61,4
2014	171514	105717	61,6
2015	176649	107069	60,6
2016	181505	110155	60,7
2017	184182	113435	61,6
2018	177967	112356	63,1
2019	183043	116725	63,8
2020	182766	118433	64,8
2021	182653	120991	66,2

В целях развития и совершенствования табунного коневодства Якутии в 2020 году была оказана господдержка в размере 330 млн руб. (в т.ч. из федерального бюджета – 178 млн руб.) Однако из-за удорожания стройматериалов из планируемых 100 конебаз господдержка была оказана только 18 хозяйствам. В 2021 году объем финансирования составил 318 млн рублей, в том числе 138 млн рублей из федерального бюджета [41].

При соблюдении традиционных технологий ведения табунного коневодства основным способом повышения численности поголовья лошадей является строительство конебаз. Строящиеся конебазы должны отвечать современным требованиям по организации бытовых условий для обеспечения надлежащих условий жизни и рабочей деятельности работника-коневода. Вместе с тем подготовка кадров (коневодов–табунщиков) имеет важное значение в развитии АПК Якутии. Немаловажным фактором развития коневодства в Якутии является подготовка кадров. Так, начиная с 2017 г., на базе ООО «Конезавод Берте» работает учебный центр по табунному коневодству. Подобный центр подготовки открыли в Оймяконском районе, на базе СПК «Тонор». На данный момент завершено строительство центра в Нюрбинском районе (Виллюйская зона Якутии) на базе СПК «Чаппанда». В настоящее время в Республике Саха (Якутия) числится 1651 работающий коневод табунщик [126].

Для сельскохозяйственной отрасли в настоящее время характерна интенсивная смена поколений по качественным и возрастным признакам. Подтверждение этому – статистика заявок на участие в конкурсах на выделение грантов по следующим программам: «Развитие семейных животноводческих ферм на базе крестьянских (фермерских) хозяйств», «Агростартап», «Начинающий фермер». За период с 2012 по 2020 гг. было выдано более 1 тысячи грантов, среди которых 243 выделены на создание и развитие коневодческих хозяйств. Выделенная сумма при этом составила свыше 427 млн руб. В то же время в рамках грантов на развитие материально-технической базы сельскохозяйственных потребительских кооперативов (с частичным финансированием из федерального бюджета) были построены пункты

по убою сельскохозяйственных животных. Сегодня в 14 районах Якутии функционирует 21 убойный пункт.

По данным департамента животноводства, племенного дела, кооперации и малых форм хозяйствования МСХ Республики Саха (Якутия), по состоянию на 2022 год на территории республики насчитывается всего 579 коневодческих хозяйств, в том числе 188 сельскохозяйственных объединений, 388 крестьянско-фермерских хозяйств и 3 личных подсобных хозяйства (рисунок 1.1).

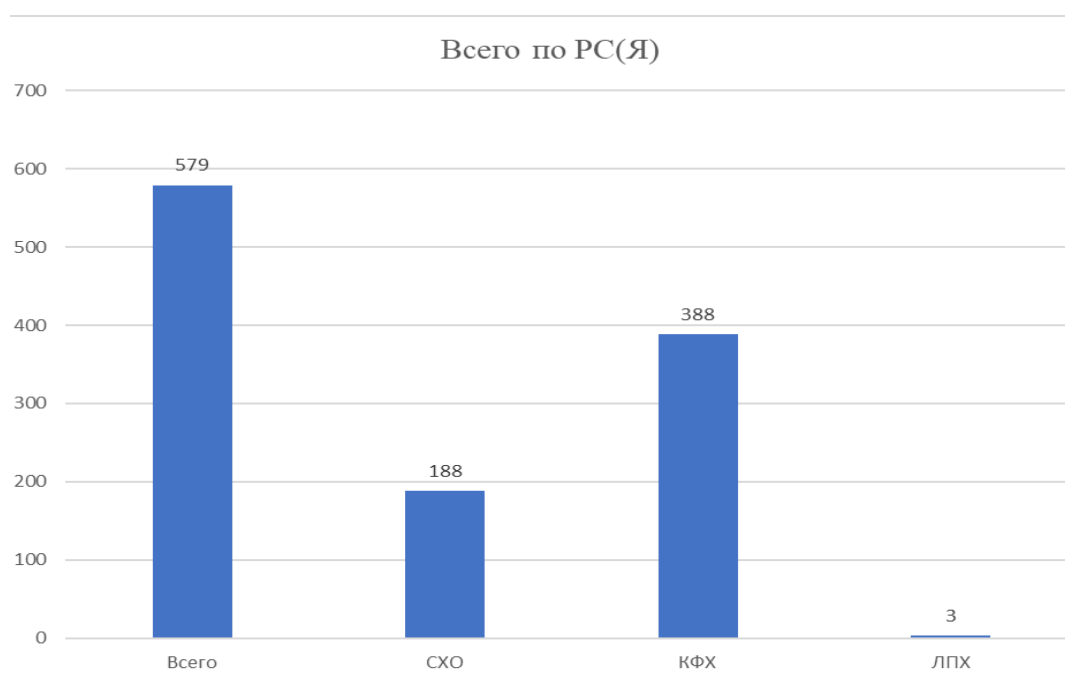


Рисунок 1.1– Количество коневодческих хозяйств в Республике Саха(Якутия) по состоянию на начало 2022 года

Наибольшее количество конебаз находятся в Амгинском – 52, Мегино-Кангаласском – 56, Намском – 54, Оймяконском – 34, Таттинском – 62, Усть-Алданском – 40, Чурапчинском – 41 и Хангаласском районах – 54. В данных районах конебазы имеются практически во всех населенных пунктах.

В остальных районах количество конебаз не превышает 30: Абыйский – 4, Верхневилуйский – 7, Верхнеколымский – 2, Верхоянский – 21, Вилюйский – 11, Горный – 25, Кобяйский – 6, Ленский – 3, Мирнинский – 4, Момский – 5,

Нюрбинский – 25, Олекминский – 10, Оленекский – 1, Среднеколымский – 16, Сунтарский – 24, Томпонский – 9, Усть-Майский – 2, Усть-Янский – 1, Эвено-Бытантайский – 1 и Якутске – 9.

Конезаводы по формам организации в разрезе поселений по районам представлены в приложении А.

1.2 Факторы, влияющие на эффективность табунного коневодства

В настоящее время ведение табунного коневодства осуществляется в трех основных формах: сарайно-базовая форма, форма культурно-табунного коневодства и круглогодичное табунно-тебеневочное коневодство.

Наиболее распространенным способом выпаса является круглогодичный выпас, когда в общем табуне содержат всех лошадей, независимо от их возрастной группы и пола. Данный способ выпаса лошадей предполагает периодическую смену угодий, постоянное наблюдение и, при необходимости, лечение, а также защиту поголовья. Если самостоятельная добыча лошадьми корма из-под снега (тебенёвка) по каким-либо причинам затруднена или невозможна, то проводят подкормку. В плохую погоду их укрывают в естественном штиле, в степных, горных, лесных местностях. Для некоторых видов лошадей, таких как: племенные, рабочие и слабые молодняки позднего жеребения, строят конюшни. Для содержания лошадей, их осмотра и лечения сооружается специальный производственный объект: раскол-база [131].

Пастбищное круглогодичное ведение табунного коневодства имеет ряд недостатков. В первую очередь, к таким недостаткам относятся сильная зависимость от климатических факторов, условия корма лошадей и ранняя выжеребка кобылок. При таких условиях содержания в основном разводят только местные породы лошадей, такие как – казахская, бурятская, якутская, башкирская, алтайская и другие [130, 131].

Общеизвестно, что в коневодстве Республики Саха (Якутия) с давних пор принят способ вольно-косячного ведения лошадей. Самостоятельный целостный

вид табуна представляет собой косяк лошадей, который состоит из жеребца-производителя и десятка кобыл. Круглогодично пасутся на воле и самостоятельно добывают себе прокорм на пастбищах, получая небольшую подкормку только в зимний период. Такой способ ведения табунного коневодства, сложившийся с давних времен, лучше всего соответствует природным особенностям Республики Саха (Якутия) с ее неглубокими сельскохозяйственными угодьями, с уязвимым растительным покровом и трудовыми обычаями якутов [37].

Особенности содержания лошадей по сезонам года отражены в работах Л.Н. Владимирова, И.Н. Винокурова и А.Н. Винокурова [35] на примере зимнего периода Колымы. Авторы отмечают, что «по продолжительности и суровости климатических и кормовых факторов зима Колымы является наиболее трудным сезоном года, лимитирующим разведение лошадей. В зимний период продолжительное воздействие чрезвычайно низких температур (порядка $-40...-50^{\circ}\text{C}$ и ниже) сопровождается нехваткой и значительным снижением качества подножного корма. Обеспеченность табунных лошадей кормом зависит от урожайности сельскохозяйственных угодий и правильной организации пастбищного содержания» Учеными Л.Н. Владимиром, И.Н. Винокуровым, А.Н. Винокуровым выявлено, что в наиболее благополучные в плане урожайности годы за счет питания тебенёвочными кормами лошади способны обеспечить себя кормами на 60-70% от потребности, а в неурожайные периоды – на 50–55% [35].

В неблагоприятные периоды и при ненадлежащем качестве кормов можно наблюдать интенсивное снижение упитанности лошадей. Также в случае недостаточного подкорма возможны как массовые аборты кобыл, так и падеж лошадей. Вместе с этим нормальным условиям существования табунных лошадей препятствует еще ряд причин, например, в зимнее время года — это значительная высота снежного покрова, его плотность, скорость ветра и обледенённость тебенёвочных пастбищ [36].

В Республике Саха (Якутия) лошадей якутской породы разводят лишь в тех местностях, где по агрометеорологическим исследованиям характеристики снежного покрова соответствуют следующим условиям: высота – не более 50-60 см,

плотность – до 0,15 г/см, скорость ветра – не более 15 м/сек. Для правильной организации тебеневки немаловажным зоотехническим мероприятием является тщательное обследование состояния пастбищ, а также корректное составление маршрута продвижения табунов.

В конце октября проводится осматривание сельскохозяйственных пастбищ до установления снежного покрова, а также для распределения очередности выпаса, проводят обследование пастбищных угодий, включающее анализ таких параметров, как: объемные показатели сбора урожая, количество отрастающей после первого укоса травы, обледенённость пастбищ и степень их затопления, качество заготавливаемых кормов, состояние упитанности лошадей. Результаты обследования анализируются, принимаются во внимание площадь угодий, их урожайность, а также нормы потребления тебенёвочных кормов. Жеребцы и кобылы – (21-23 кг/сут.), молодняк 2,5 лет и старше – (16-18 кг/сут.) и молодняк 1,5 и 2 лет – 14 кг/сут. Следует отметить, что с наступлением периода тебенёвки нужно начинать использование пастбищ с отдаленных участков для того, чтобы обеспечить полноценное питание тебенёвочными кормами жеребых кобыл в весеннее время, близости от жилищ коневодов и резервных запасов сена [37].

Необходимо ежегодно закреплять за табунами постоянные сельскохозяйственные угодья и исходя из конкретных климатических условий в ходе тебеневки можно ввести изменения в маршрутах продвижения табунов.

В работе Б.В. Готовцева [44] отмечается, что технология разведения (кормление, содержание, воспроизводство) лошадей выработана вековой практикой якутов-коневодов на основе собственного опыта и проводится по следующему примерному календарному плану работ по отдельным сезонам года:

1. инвентаризация пастбищ к тебеневке (15 сентября – 1 октября);
2. подготовка пастбищ: строительство изгородей на осенних пастбищах, загонов с расколами, отдельных загонов для жеребят – отъёмшей (сентябрь);
3. учет конеёмкости пастбищ (15 сентября – 15 октября);
4. перегон косяков с осенних пастбищ на зимние (с 25 октября);
5. подкормка лошадей (ноябрь – декабрь);

б. отгон лошадей на дальние тебеневочные массивы (ноябрь).

1.3 Краткая характеристика инфраструктуры конезаводов Якутии

Конезаводы. В числе организованных конезаводов имеются большие предприятия, например конезавод ООО «Конезавод Берте». Хозяйство использует новый метод племенного учета, которая помогает выращивать высокоценный племенной молодняк и увеличивает производство товарной продукции коневодства: мяса конины, жеребятины и кобылье молоко. Эти положительные факторы создают предпосылки для успешного ведения табунного коневодства. В хозяйстве всего работают 92 чел., в том числе 13 коневодов-табунщиков. Средний возраст коневодов-табунщиков составляет 44 года, средняя нагрузка на табунщика – 79 голов [114].

Общая площадь территории хозяйства охватывает 1160 га, из которых сельскохозяйственные угодья составляют 1139 га, в том числе пашни – 425 га, естественные сенокосные угодья – 714 га. Большинство угодий хозяйства расположены на островах реки Лены, часть территорий которых занимает приленскую горную возвышенность в виде мелкодолинных аласов [126].

ООО «Конезавод Берте» имеет 6 коневодческих баз, у которых своя инфраструктура. Наименование баз с площадью угодий и т.п. представлено в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Коневодческие базы ООО «Конезавод Берте»

№	Наименование базы	Площадь угодий	Расстояние от центральной усадьбы	Кол-во голов
1	«Тойон-Арыы»	700 га	6 км	280 голов
2	«Бэстээх – Урэх»	250 га	36 км,	187 голов
3	«Булгунньях»	550 га	60 км	145 голов
4	«Харыйалах Урэх»	400 га	28	270 голов
5	«Най»	350 га	45 км	160 голов
6	«Бодоно»	-		-

Рассмотренный конезавод имеет хорошую материально-техническую базу и развитую инфраструктуру. В основном это связано с тем, что имеет удобное географическое месторасположение. Хозяйство расположено на территории Центральной Якутии. Расстояние от города Покровска до села Улахан-Ан составляет 80 км, от города Якутска – 145 км, имеется хорошо развитая круглогодичная транспортная связь в виде асфальтированных и гравийных дорог.

Крестьянско-фермерское хозяйство. Есть хозяйства, которые находятся в *децентрализованных участках*, например, в Оймяконском районе крестьянско-фермерское хозяйство «Тонор», которое работает с 1991 года. На сегодняшний день имеет 5 коневодческих баз (рисунок 1.2).

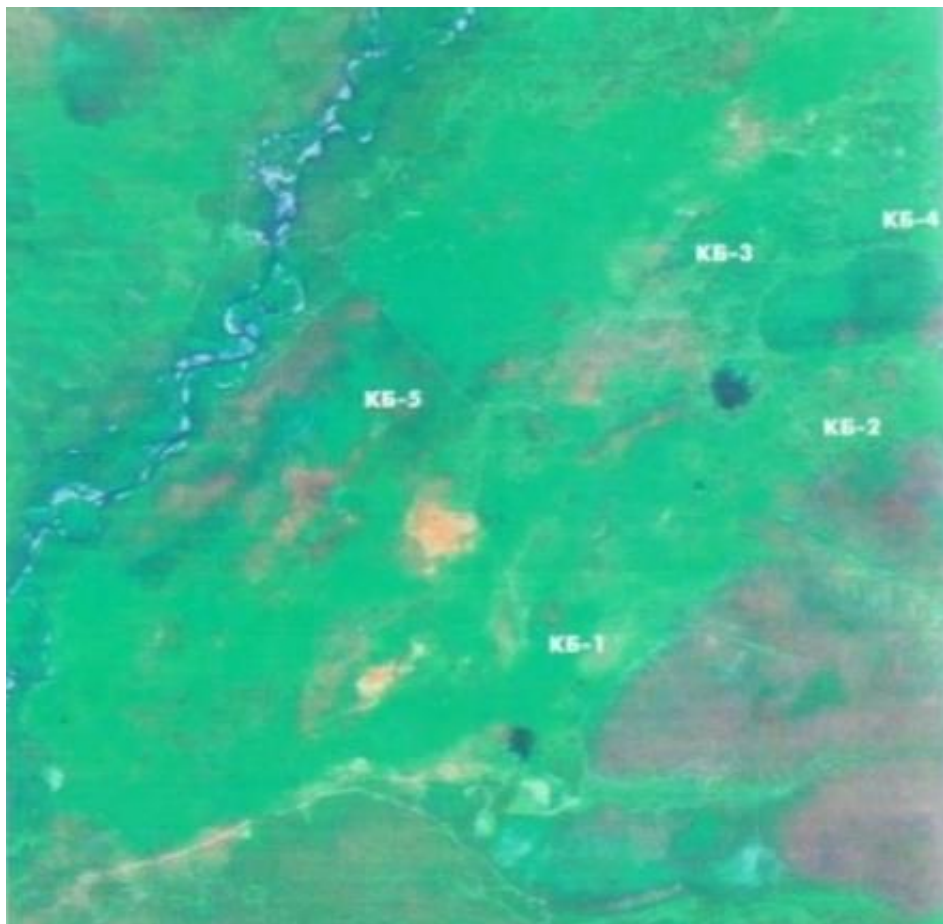


Рисунок 1.2 – Месторасположение конебаз

Н.Т Винокуров [39] отмечает, что перед тем, как организовать коневодческую базу следует заранее запланировать поголовье лошадей, площадь пастбищ и направление коневодческой базы. На рисунке 1.3 представлено месторасположение конезавода «Тумус Талах» с условными обозначениями инфраструктуры (построек).

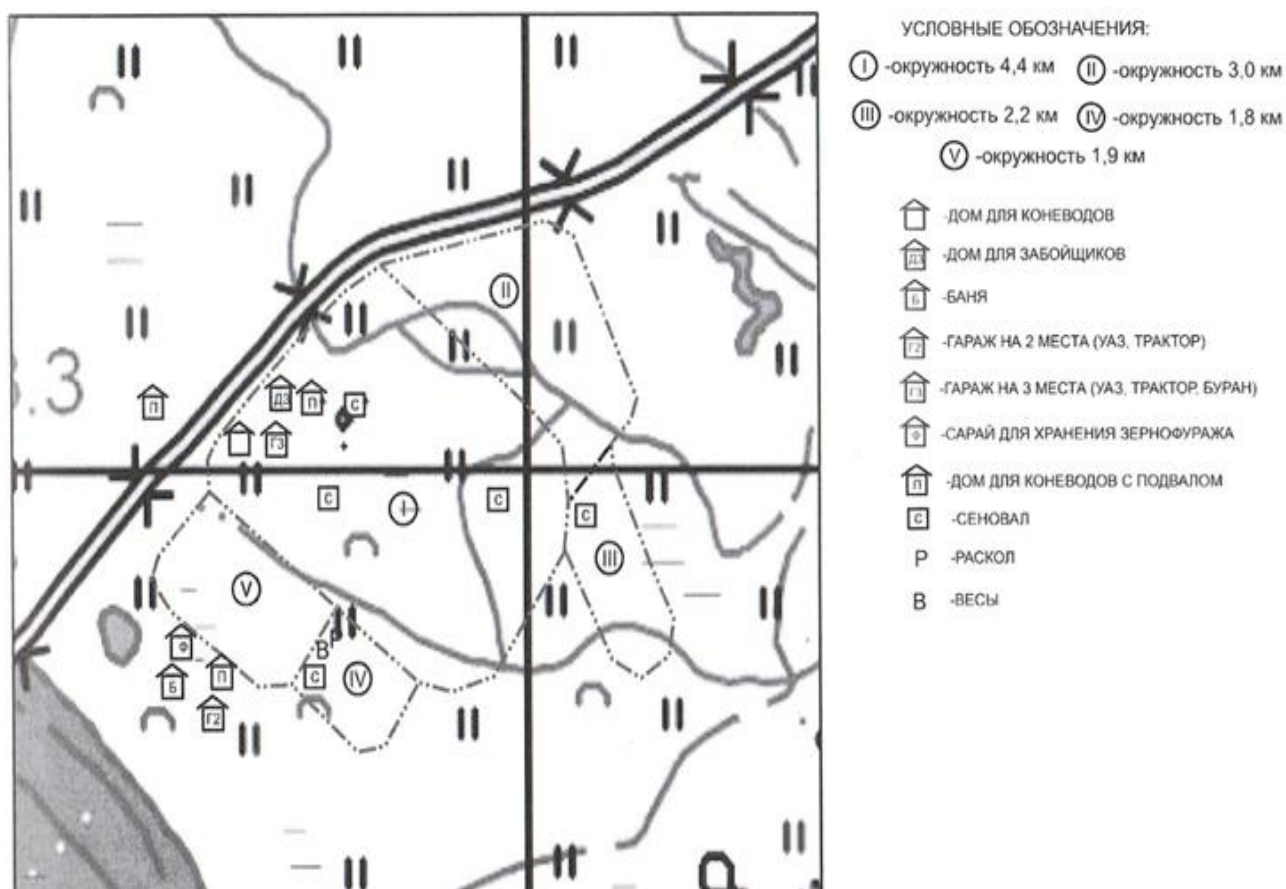


Рисунок 1.3 – Конезаба «Тумус Талах»

Из рассмотренных 5 конезаб хозяйства «Тонор» только в 2 конезабах имеются гаражи для стоянки техники: тракторов, автомобилей марки УАЗ и снегоходов. В остальных 3 конезабах в наличии только дома для коневодов. Соответственно, в этих конезабах подкормка производится вручную.

Децентрализованность населенных пунктов. Одним из районов, где имеется наибольшее количество труднодоступных населенных пунктов и высок процент децентрализованных сельхозугодий, является Вилюйский.

Вилюйский район (улус) расположен на западе Якутии на центрально-якутской равнине. На территории улуса находится 21 муниципальное образование поселенческого уровня: 2 городских и 19 сельских. Среднегодовая численность населения района составляет 25500 человек [34].



Рисунок 1.4 – Карта территории Виллюйского района

Согласно закону Республики Саха (Якутия) от 04 октября 2002 года № 47-З № 429-П «О перечне труднодоступных и отдаленных местностей в Республике Саха (Якутия)», в республике имеется 265 труднодоступных населенных пунктов

и 163 производственных участка [66]. Перечень труднодоступных и отдаленных местностей (населенных пунктов) в Вилуйском районе представлен в таблице 1.3.

Таблица 1.3– Перечень труднодоступных и отдаленных местностей Вилуйского района [66].

Наименование улуса (района)	Наименование административных единиц (наслегов и городских поселений)	Наименование местностей (населенные пункты (села) и производственные участки)
Вилуйский	1. Баппагайинский 2. Бекчегинский 3. Борогонский 4. Жемконский 5. Кыргыдайский 6. Кюлятский 1 7. Кюлятский 2 8. Лекеченский 9. Тогусский 10. Люксюгюнский 11. Тылгынинский 12. Хагынский 13. Халбакинский 14. Югюлятский	с. Илбенге с. Арылах с. Сортол с. Бетюнг с. Чай с. Эбя с. Сатагай с. Усун с. Кюлекян с. Лекечен с. Балагаччы с. Сят с. Тымпы с. Тербяс с. Кирово с. Тосу с. Староватово с. Кюбеингде

По территории улуса протекает р. Вилуй с многочисленными притоками. Рельеф равнинный, сильная испорченность озёрно-аласными образованиями, количество которых достигает 5,5 тысяч. Их общая площадь равна 295 157 га [34].

Сельское хозяйство является традиционным занятием коренного населения, основой экономики улуса. Общая площадь сельскохозяйственных угодий составляет 46,9 тыс. га, из них пашни – 2,1%, сенокосы – 48,1%, пастбища – 49,3% [34].

Согласно данным департамента животноводства, племенного дела, кооперации и малых форм хозяйствования министерства сельского хозяйства Республики Саха (Якутия), по состоянию на 2022 год на территории Вилюйского района имеется 11 конебаз.

По состоянию на 01 января 2022 года на территории Вилюйского улуса общее поголовье лошадей во всех категориях хозяйств составило 7 346 гол., в т.ч. в общественном секторе 891 гол., в крестьянском хозяйстве 1 965 гол., в частном секторе 4 490 гол. По сравнению с аналогичным периодом прошлого года наблюдается увеличение поголовья лошадей на 72 гол. [69].

Материально-техническое обеспечение. По указу Главы Республики Саха (Якутия) «О мерах по развитию табунного коневодства в Республике Саха (Якутия)» были поставлены задачи:

- достижение численности поголовья лошадей до 209 тысяч голов;
- строительство не менее 100 конебаз ежегодно [134].

Также согласно закону Республики Саха (Якутия) от 26 апреля 2016 года 1619-3 N 791-V «О развитии сельского хозяйства в Республике Саха (Якутия)» установлены отдельные меры государственной поддержки в отношении категорий производственных объектов сельского хозяйства, в том числе коневодческих баз (конебаз) [67].

Конебаза – комплекс объектов, включающий в себя жилое здание, хозяйственно-бытовые постройки (гараж, баню, сарай), загон для содержания и кормления лошадей со специальными изгородами для разъединения лошадей по группам, с расколами для проведения различных зоотехнических и ветеринарных мероприятий, эстакадой для погрузки и разгрузки лошадей (для транспортирования) на телевочных угодьях [64].

Для организации конебазы согласно требованиям мер государственной поддержки мощность хозяйства должна быть от 50 голов и более. Также должен иметься земельный участок под сельхозугодье и т.п.

Для признания конебазой хозяйства подают заявки по следующим требованиям, представленным в таблице 1.4.

Таблица 1.4–Форма «Основные характеристики коневодческих баз» (по коневодческим базам мощностью от 50 голов и более, по фактически используемым объектам (без учета заброшенных))

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя	Примечание
	Раздел 1. Сведения об объекте		
	№ коневодческой базы (по порядку)		нумерация ставится при наличии у хозяйства 2 и более объектов
	Муниципальный район (городской округ)		
	Наименование поселения		
	Населенный пункт, где находится объект		
1	Название местности		
2	Вид права пользования объектом		в собственности, аренда на возмездной основе, аренда на безвозмездной основе, аренда на пользование объектом, на которое право собственности не установлено
3	Кадастровый номер земельного участка, где находится объект		можно посмотреть в документах на землю или на сайте Rosreestr.net, proverit-uchastok, должны все заполнять если даже находится в аренде, если нет документов, то указывают «Нет документов»
4	Площадь земельного участка коневодческой базы, га		указывается общая площадь земель, находящаяся в пользовании (независимо от права собственности на землю)
5	Земельный участок получен по программе «Дальневосточный гектар»		да/нет
6	Географические координаты участка, широта		указан в тех. паспорте объекта или можно определить на сайте «публичная-кадастровая-карта.рф» по кадастровому номеру.
7	Географические координаты участка, долгота		
8	Расстояние до ближайшего населенного пункта, км		
9	Транспортная доступность		круглогодичная, сезонная, только автозимник, абсолютное бездорожье
10	Стоимость строительства, тыс. рублей:		
	из них по источникам финансирования:		
11	федеральный бюджет		
12	государственный бюджет РС (Я)		
13	бюджет муниципального района (городского округа)		
14	бюджет поселения		
15	заемные средства		
16	собственные средства		
17	Наличие задолженности по заемным средствам, тыс. рублей		
	Раздел 2. Основные характеристики объекта		
18	Год ввода объекта		
19	Мощность объекта, голов		
20	Теплоснабжение объекта		газ, электроотопление, уголь, дрова
21	Электроснабжение объекта		электролиния, дизель-генератор, солнечные панели, иные альтернативные источники, отсутствует, бензогенератор
22	Мощность электроснабжения объекта, кВт		
23	Год ввода электроподстанции		при наличии электролинии

Продолжение таблицы 1.4

Раздел 3. Характеристики базовых построек (при их наличии):			
24	Жилое здание		
25	год ввода		
26	количество мест для проживания		
27	площадь, кв.м.		
28	Гараж		
29	год ввода		
30	площадь, кв.м.		
31	Баня		
32	год ввода		
33	площадь, кв.м.		
34	Загон для содержания и кормления лошадей со специальными изгородями для разъединения лошадей по группам		
35	год ввода		
36	площадь, кв.м.		
37	Раскол для проведения зоотехнических и ветеринарных мероприятий		
38	год ввода		
39	площадь, кв.м.		
40	Эстакада для погрузки и разгрузки лошадей		
41	год ввода		
42	площадь, кв.м.		
43	Площадка для убоя лошадей		
44	год ввода		
45	площадь, кв.м.		
Раздел 4. Обеспечение средствами связи			
46	Наличие спутниковой телефонной связи		
47	Наличие спутникового ТВ		
48	Доступ к сети Интернет		
Раздел 5. Прочие			
49	Фактическое наличие лошадей в объекте, голов		
50	Годовой объем расходов на тепло- и электро-снабжение объекта, тыс. рублей		
51	фото объекта, формат JPEG		1. фото снаружи (вид фасада, торца, тыльной стороны объекта) 2. фото внутренней части объекта, подтверждающее наличие мест не менее 50 голов 3. фото наличия технического оборудования

На строительство инфраструктуры коневодческим хозяйствам выделяются субсидии до 4 млн руб. Например, на строительства объектов конебазы на 100 гол. табунных лошадей в ООО «Биэттэ-Агро» Батагайского наслега Усть-Алданского улуса (района), утвержденная смета в 2021 г. составила 3 905 150 руб., из которых на строительство гаража на 2 стояночных места предусмотрено 897 450 руб. (Проектная документация представлена в приложении В).

При помощи онлайн-сервиса Google Формы нами проведен опрос владельцев действующих конебаз республики. Основные вопросы в опроснике: наличие,

марка трактора, наличие гаража в конебазах, из какого материал построен гараж, затраты на строительство и вид отопления гаража. Анкетирование прошли свыше 100 респондентов-коневодов (рисунки 1.5-1.8).

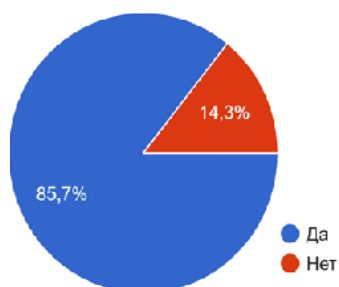


Рисунок 1.5 – Наличие тракторов

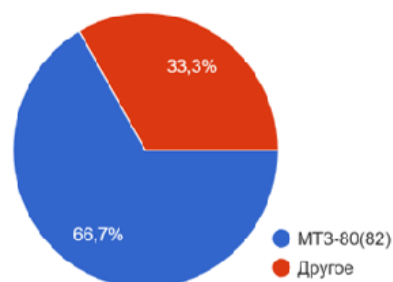


Рисунок 1.6 – Марка тракторов

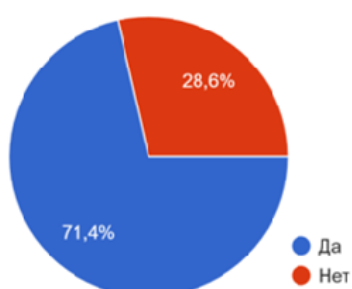


Рисунок 1.7 – Наличие гаражей
в конебазах

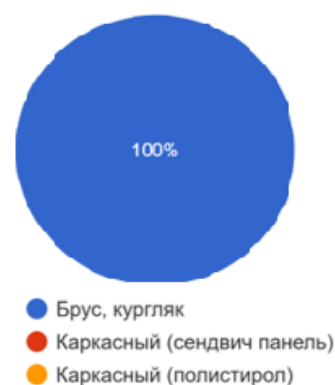


Рисунок 1.8 – Материал гаража

По результатам опроса выявлено, что 85,7% конебаз имеют трактора, при этом тягового класса 1,4 марки МТЗ-82 имеется у 66,7%. Из прошедших опрос гаражи имеются в 71,4% конебаз, 100% – но построенных из бруса или же «кругляка». На строительство гаражей было потрачено в среднем 725 000 руб. Во всех хозяйствах вид отопления – печное.

Таким образом, эффективное функционирование коневодческих баз может быть достигнуто при поголовье от 50 гол. лошадей. Вручную их докормление в зимние стужи невозможно, поэтому обязательно требуется использование сельскохозяйственной техники для своевременного привоза и раздачи кормов. Имеется существенная проблема сооружения объектов в конебазах ввиду дороговизны строительных материалов и сложности их доставки в труднодоступные децентрализованные участки.

1.4 Механизация коневодческих ферм

Табунное коневодство – весьма специфичное производство. До настоящего дня механизация коснулась только процесса сенокосения. Непосредственно работ, проводимых при содержании табунов, все работы проводятся вручную.

Исследования и труды по механизации коневодства составлены относительно ферм, находящихся в средней или южной полосе России. Это в основном касательно племенных хозяйств и дойных ферм. Исследованиями в этих направлениях занимались В.В. Калашников (2003, 2006, 2009), В.А. Пешехонов (2003), С.А. Козлов, С.А. Зиновьева, Н.Ю. Козлова (2005), К.К. Арабян, О.В. Попова, (2009), М.И. Киборт (2010), А.В. Хотов (2010) [74, 102, 83, 80, 136].

Инфраструктура механизированных коневодческих хозяйств состоит из основных производственных, подсобных, складских и вспомогательных зданий. Описание и основные требования к коневодческим хозяйствам представлены в таблице 1.5

Таблица 1.5 – Виды механизации в коневодстве и их описание

Виды механизации в коневодстве	Описание и основные требования
Конюшенное, групповое с привязным содержанием и индивидуальным кормлением (зальный способ).	Конематок и молодняк содержат группами в конюшнях и залах при условии индивидуального кормления концентратами на привязи. В одной секции (зал) размещают до 20 голов молодняка в возрасте до 1,5 лет и до 10 голов лошадей старших возрастов. Площадь на одну голову: для жеребят до 1,5 лет – 5,5-6 м ² , для молодняка в возрасте 1,5-2,5 лет – 6,5-7 м ² , для взрослых лошадей – 7-8 м ² . В маточной конюшне зального типа необходимо оборудовать денники для выжеребки и помещение со станком для ректального исследования кобыл.

Продолжение таблицы 1.5

<p>Конюшенно-пастбищное содержание.</p>	<p>Пастбищное содержание лошадей в конных заводах применяют в сочетании с конюшенным. В зависимости от климатических условий, породы и направления выращивания лошадей в пастбищный период лошади могут находиться на пастбище круглые сутки или в течение светового дня, а на ночь их загоняют в конюшни. Комплекс коннозаводских построек должен включать ветеринарный лазарет с карантинным отделением, манеж, складские помещения для фуража, кузницу, дорожки для группового и индивидуального тренинга, специальные площадки и оборудование для тренинга лошадей спортивных и тяжеловозных пород, приспособления для погрузки и разгрузки лошадей. При кормлении и содержании лошадей, а также их использовании руководствуются распорядком дня, установленным на период конюшенного или пастбищного содержания. В нем предусматривается время кормления, случки, работы, тренинга и отдыха лошадей.</p>
<p>Базово-сарайное содержание</p>	<p>Метод, предусматривающий групповое привязное содержание лошадей при использовании пастбищ летом и кормление сеном осенью и зимой =. Для кормления лошадей используются пристенные кормушки. Кормление концентратами практикуется только для жеребцов-производителей и молодняка. Маток подкармливают перед выжеребкой и при похудении. Молодняк содержат после осеннего отъема в отдельном табуне, заезжают его перед началом использования в рабочих целях или перед реализацией. Такая технология практикуется на большинстве коневодческих ферм при разведении лошадей рабочепользовательного направления.</p>
<p>Культурно-табунный метод содержания.</p>	<p>Содержание лошадей табунами с использованием зимой затишей, сараев и пригонов при подкормке лошадей сеном, а жеребцов-производителей, лучшей группы молодняка и худых лошадей – кроме того и концентратами. Эта технология была разработана и успешно применяется при разведении донской, буденновской, кабардинской, кустанайской, новокиргизской пород.</p>

В зависимости от содержания лошадей коневодческие постройки делят на основные производственные, подсобные, складские и вспомогательные здания. Виды построек и основные требования представлены в таблице 1.6

Таблица 1.6 – Виды коневодческих построек и основные требования

Коневодческие постройки	Основные требования к постройкам
Основные производственные	Конюшни (отделения) для жеребцов производителей, кобыл, рабочих лошадей, молодняка в тренинге, молодняка. В табунных условиях строят упрощенные конюшни или базы-навесы, расколы, затиши. В продуктивном коневодстве к основным производственным зданиям относят конюшню для дойных кобыл с жеребьятами, кумысный цех, раскол.
Подсобные	Здания и сооружения ветеринарного назначения, пункт искусственного осеменения, кормоцех, манеж (открытый или закрытый) для тренинга лошадей, кузницу, автовесы, механические водилки, паддоки, рамку для погрузки лошадей, шорную мастерскую, экипажный сарай.
Складские	Хранилища для кормов и подстилки, площадки для хранения навоза, площадки или навесы для транспортных средств.
Вспомогательные	Манеж для тренинга, пункт искусственного осеменения, кузницу, шорную мастерскую.

Организация водопоя лошадей. Согласно исследованиям, необходимость в поении лошадей в летний период составляет не менее 3-х раз в день, в других условиях – 1-2 раза. Обеспечение водой табуна лошадей, состоящего из 180-200 голов, возможно с использованием колодца резервом на 9000-10000 литров в сутки, либо подходящий по указанным запасам воды естественный водоисточник. В источнике производят установку насоса или механического водоприемника. Для организации

одновременного поения лошадей по 20-25 голов колодцы или естественные водосточники оборудуют корытами по 8-10 м в длину. При этом необходимо обеспечить водоотведение от мест поения, для чего под корытами устраивают канавы для стока воды. Подвод табуна к местам водопоя начинается с разделения табуна на группы (по 20-25 лошадей). Далее каждую группу подгоняют шагом к водосточникам.

Следует отметить, что в табунном коневодстве Якутии из вышеописанных мероприятий ничего не применяется.

1.5 Способы использования биогаза

1.5.1 Известные способы применения биогаза

Биогаз используется как топливо в системах отопления, приготовления пищи, как альтернативное моторное топливо и для преобразования в электрическую энергию [62]. Вопрос широкого применения биогаза для когенерации изучен и повсеместно и широко внедрен в зарубежных странах Европы, США, Африки и Китая [47, 63], а в России известны установки в Белгородской области в крупном животноводческом хозяйстве. Следует отметить, что выше названные когенерационные установки внедрены в больших животноводческих хозяйствах и работают в мезофильном режиме.

Из биогаза с объемом 1 м³ можно получить от 2 до 5 кВт·ч в зависимости от качества биогаза по содержанию метана [18, 31, 63, 76]. Поэтому выгодно использовать всю продукцию от биогазовой технологии: газ, удобрение, кормовую добавку и электричество [77].

Для производства электричества и теплоэнергии большая часть стран мира в настоящее время перерабатывают органические отходы с использованием биогазовых установок. Например, в европейских странах объем электро- и теплоэнергии, полученной данным способом, составляет около 3 – 4% общего энергопотребления. В таких странах, как Австрия, Финляндия, Швеция, где осуществляется активная господдержка применения биоэнергии, ее доля может достигать 15-20%. При этом

среди стран Европы, кроме указанных выше, основными пользователями тепла и электрической энергии, производимых из органического сырья, являются также Великобритания и Германия.

Вместе с этим способ производства электрической и тепловой энергии путем переработки органических отходов применяется и в развивающихся странах с помощью небольших биогазовых установок. Полученную таким образом энергию используют для освещения, отопления и приготовления пищи порядка 16 млн хозяйств всего мира. По числу хозяйств лидером мирового уровня является Китай – 12 млн хозяйств, также значительное число хозяйств в Индии – 3,7 млн, и в Непале – 140 тысяч [39].

Самый ценный продукт от биогазовой технологии – это удобрение. Биогаз является сопутствующим продуктом и образуется от жизнедеятельности метаногенных микроорганизмов, превращающих негативные вещества навоза в полезный газ. Получаемый объем биогаза зависит от влажности сырья. Содержание сухих веществ определяется влажностью навоза.

Выход биогаза с содержанием метана при использовании различных видов сырья животных приводится в таблице 1.7.

Таблица 1.7–Выход биогаза и содержание в нем метана при использовании разных типов сырья [16, 27]

№	Тип сырья	Выход газа, (м ³ на килограмм сухого вещества)	Содержание метана, %
1	КРС	0,250 - 0,340	65
2	Куриный помет	0,310 - 0,620	60
3	Конский	0,200 - 0,300	56-60
4	Свиной	0,340 - 0,580	65-70
5	Овечий	0,300 - 0,620	70

1.5.2 Способы и конструкции на альтернативных видах топлива, применяемые при хранении техники в условиях низких температур

Для сохранения температурного режима транспортного средства в зимних условиях иногда используют тканевые утепленные чехлы (тенты) типа «переносной гараж». Подобная практика также распространена для защиты сельскохозяйственной и специальной техники при длительной стоянке в полевых условиях, для чего сооружают ангары или каркасы, на которые надевают тканевые чехлы, представляющие собой оболочку, например, с двумя стенками, выполненными из плотных материалов.

Известно, что вынужденные простои транспортного средства в условиях воздействия экстремально отрицательных температур могут быть смертельно опасны для водителя и пассажиров, потому устранение причин остановки должно быть выполнено в кратчайшие сроки. Данный вопрос особенно актуален, когда простои происходят в значительном отдалении от населенных пунктов и в регионах со сложными климатогеографическими условиями.

Способ хранения сельскохозяйственной техники по патенту RU №2601349 (кл. E04H 6/08, E04H 5/08, опубл. 10.11.2016) включает размещение объектов техники в герметичном укрытии, поддержание требуемой температуры и относительной влажности воздуха внутри укрытия и контроля параметров воздуха. При этом предотвращение образования конденсата на поверхностях объектов техники и куполообразного чехла осуществляется путем их нагрева до температуры выше температуры образования точки росы. В воздушной прослойке между объектом техники и чехлом установлены инфракрасные излучатели, соединенные с блоком управления, имеющим в своем составе датчики контроля температуры и влажности воздуха под чехлом. Распределение инфракрасного излучения по поверхности объекта хранения обеспечивается использованием в качестве материала куполообразного чехла изотермического материала с высокой отражающей способностью.

В известном техническом решении используют сложную конструкцию каркаса, для переноски которой потребуется привлечение дополнительного транспортного средства. Кроме того, элементы устройства достаточно энергоемкие, что определяет его использование только в условиях постоянного энергообеспечения.

При длительной стоянке в зимних условиях, особенно при экстремальных отрицательных температурах, эффективность утепленных тканевых чехлов сильно падает без источника теплового воздействия, что может создать затруднения для запуска двигателя транспортного средства после простоя.

Для решения проблемы при запуске двигателей внутреннего сгорания транспортных средств в условиях отрицательных температур окружающей среды широко используют способ предпускового обогрева двигателя, для чего нередко используют либо паяльную лампу (топливную горелку), что крайне небезопасно ввиду возможности возгорания транспортного средства, либо различные устройства для нагрева систем двигателей внутреннего сгорания, в частности, устройства для привода жидкостных систем, содержащие замкнутую полость с теплоносителем, сообщающиеся с системой охлаждения двигателя (предпусковые установки) (см. RU № 2170850, кл. F02N 17/00, F02M 37/00, F04B 19/24, опубл. 20.07.2001; RU № 2451207, кл. F02N 19/10, опубл. 20.05.2012; RU № 162230, кл. F02N 19/06, опубл. 27.05.2016).

Известные технические решения характеризуются высокой стоимостью, требуют при установке непосредственной врезки в двигатель транспортного средства, либо возможны только при стационарных условиях, что не всегда приемлемо, например, для специальной техники.

1.6 Конский навоз – сырьё для производства альтернативного топлива

Садоводы, которые предпочитают вести хозяйство по старинке, полагают, что нет лучшего удобрения для садовых и огородных культур, чем навоз. Чаще всего используют сырьё, которое есть под рукой: коровяк, птичий помет, свиной навоз. Но наиболее ценным считается именно конский навоз. Он представляет

собой отходы жизнедеятельности лошадей в виде суховатых компактных кучек. Его влажность составляет всего 75-80%. Конский навоз легко собирать, сушить и в дальнейшем применять в качестве удобрения [137].

Лошадиный навоз обладает невысокой кислотностью, а значит, не закисляет почву. К тому же он обладает пролонгированным действием, поэтому удобрять им землю нужно не чаще, чем раз в 3–4 года. Польза конского навоза состоит не только в обогащении, но и в улучшении структуры почвы. Более легкая почва обретает способность задерживать влагу, а более тяжелая и глинистая становится рыхлой.

Однако навоз подвержен поражению грибком, который лишает его способности разогреваться при разложении. Пораженный материал нельзя использовать для теплых грядок. Нельзя вносить лошадиный навоз под посадку картофеля, чтобы не заразить его паршой. Поэтому для улучшения его качества как удобрения, необходимо переработать в биогазовой установке.

Исходя из данных таблицы 1.3, при влажности 75-80% сухого вещества в конском навозе содержится 25-20%. Соответственно, с 1 кг конского навоза можно получить 0,112–0,168 м³ биогаза (в среднем 0,14 м³) с содержанием метана 31,36 – 33,6%.

Для оценки топливного потенциала отходов предприятий коневодства будем опираться на количество поголовья лошадей, содержащегося в конебазах Якутии.

В Якутии в конце 2021 года отмечалось 181 тыс. гол. лошадей. Ежегодно лошадь производит в среднем 7000 кг навоза (ежедневно в среднем 20 кг) [58]. Тогда за год от поголовья лошадей образуется 1 267 000 т навоза с потенциалом от 141 904 000 м³ до 212 856 000 м³ биогаза (в среднем 177 380 000 м³). В настоящее время только около 10% конского навоза применяется в АПК региона в качестве удобрения, а биогазовый потенциал не используется и не берется во внимание.

Как выше было отмечено, Вилюйский является одним из районов, где доля труднодоступных населенных пунктов с децентрализованными сельхозугодьями наиболее высока. Несмотря на это, в районе имеется 11 конебаз в 10 населенных пунктах. Общее поголовье лошадей составляет 7 346 гол. Соответственно, в одном поселении в среднем содержится 734 гол. лошадей. Если организовать в 14

труднодоступных поселениях по конебазе, то количество поголовья в районе может увеличиться на 10 276 гол.

Ожидаемый объем биогаза от поголовья лошадей (при 0,14 м³ от 1 кг конского навоза):

- 7346 гол. – 1 028 м³ биогаза;
- 10 276 гол. – 1 438 м³ биогаза.

В работе В.П. Друзьяновой [63] обоснован необходимый объем биогаза для отопления жилого дома размером 64 кв.м при -50 °С зимы Якутии – это 7-8 м³/час или 168 – 192 м³ в сутки [62]. Температура в жилых домах зимой обычно составляет минимум 20-24 °С. А в производственных помещениях 18 °С. Соответственно, для обеспечения оптимальной температуры в гаражах площадью 64 кв.м. в зимнее время необходимо сжигать 6 м³/час или 144 м³ в сутки.

Одна лошадь в сутки образует в среднем 20 кг навоза, из которого можно получить 2,8 м³ биогаза. Соответственно, суточный объем биогазового топлива можно получить от навоза 52 лошадей. Эти значения рассчитаны для самых холодных дней, когда температура воздуха равна -50 °С и ниже.

1.7 Анализ исследований эксплуатации автотракторной техники в условиях низких температур

Трактор МТЗ-82 (Беларус) – это сельскохозяйственный агрегат Минского тракторного завода (МТЗ), оснащенный двигателем мощностью в 81 л.с., является универсальным трактором тягового класса 1,4 [133] (Таблица 1.8).

Таблица 1.8 – Технические характеристики трактора МТЗ-82

Номинальная частота вращения коленчатого вала, об/мин	2200
Номинальная мощность двигателя, кВт (л.с.)	59,6(81)
База, мм	2450
Габаритные размеры, мм:	
Длина	3930

Ширина	1970
Высота	2800
Наименьший радиус поворота, м	4,1

Известно, что при эксплуатации техники в условиях экстремально низких температур эффективность теряется из-за [20]:

- отсутствия высококачественных антифрикционных, противообдировочных малозольных отечественных дизельных масел, их низкой вязкости;
- непригодности резинотехнических изделий для эксплуатации машин при температурах ниже 50 °С [94, 88, 74, 129];
- недостаточного ресурса двигателей внутреннего сгорания и плохого доступа к отдельным узлам машин [76, 65, 106];
- лимитирования запасных частей [94, 88, 74, 129];
- несвоевременного проведения технического обслуживания машин обслуживающим персоналом на местах работ или в малоприспособленных полевых пунктах [94, 88, 74, 129];
- слабой ремонтной базы.

Влияние эксплуатационных факторов: природно-климатические условия, качество дорог, технические и технологические условия обслуживания и ремонта техники имеют огромное воздействие на эффективность работы трактора [74, 129].

Основываясь на исследованиях Г.С. Лосавио [94], было получено научное обоснование выделенных комплексов низкотемпературных свойств техники, представляющих собой группу конструктивных особенностей, определяющих возможность сохранения надлежащей работоспособности в условиях температуры до минус 60 °С, обеспечивая при этом комфортную, безотказную и безопасную работу.

Чтобы обеспечить максимально эффективную эксплуатацию машин и техники, поддержание высокого уровня их технического состояния, необходимо предпринять профилактические меры, которые проводят до наступления экстремально низких температур. Такими мерами является подготовка к зимнему периоду водителей, работников ремонтно-обслуживающих служб, подвижного состава, а также

каждого производственного участка. То, насколько качественно проведены подготовительные организационно-технические мероприятия, напрямую влияет на безотказность и безопасность работы техники и машин в период зимней эксплуатации, что проявляется такими показателями, как: простота пуска двигателя, экономичный расход топлива, понижение износа и поломок деталей, высокая производительность парка подвижного состава.

Базовыми подготовительными мерами для обеспечения эффективной эксплуатации машин и техники в зимнее время являются: формирование графика проведения работ, соответствующий инструктаж водителей и персонала, ремонтно-обслуживающих подразделений, соблюдение сроков сезонного ТО подвижного состава, оборудование техники и машин специальными обогревающими средствами, а также их дополнительное утепление, оснащение подвижного состава устройствами, повышающими проходимость. Работы, выполнение которых предусмотрено параллельно с проведением ТО, выполняются чаще всего в сентябре-октябре.

Для подготовки системы смазки двигателя проводят промывание всей системы и смену моторного масла на зимнее. Электрооборудование подготавливают посредством проведения проверки его технического состояния и исправности как самой электропроводки, так и аккумуляторной батареи. Также проверяют исправность приборов. Для подготовки системы питания ДВС промывают топливные баки, удаляют остатки топлива летнего сорта, осуществляют разбор, проверку и очистку топливного насоса; проверяют систему на герметичность.

Повысить работоспособность техники в зимний период возможно за счет использования жидкостей типа антифриз в системе охлаждения.

Проверка тормозной системы к зимней эксплуатации осуществляется путем проверки на предмет ее исправности и герметичности.

Для моторных масел всесезонного и зимнего сортов ключевое значение имеет низкая температура застывания, от которой зависит способность поступления масла к деталям машины. Значения температуры застывания должны быть ниже температуры окружающей среды. При этом температура застывания масла относительно температуры запуска двигателя должна быть меньше на 5-10 °С [20].

В целях недопущения сухого трения между внутренними деталями в двигателе применяют смазывающие вещества. Посредством прокачки по масляным каналам моторная жидкость обеспечивает разделение поверхностей трения. Параметром, характеризующим испаряемость моторного смазывающего вещества, является температура (темп) вспышки.

Вместе с этим моторные масла характеризуются вязкостью и зависимостью от температуры в широком диапазоне. Производителям автотракторной техники при создании двигателей необходимо определять расчетным путем вязкость моторных нефтепродуктов, которая подвержена изменениям в зависимости от колебаний температуры [88, 81, 70].

При этом значение имеет не только температура наружного воздуха, но также и рабочая температура двигателя, за счет влияния на него пробега транспортного средства и нагрузок.

В каждой машине, как правило, применяются следующие режимы поступления смазывающего вещества: граничный (когда смазывание вокруг поршней происходит без давления) и гидродинамический (когда под давлением происходит смазывание коленчатого вала).

Низкотемпературными параметрами смазки являются: проворачиваемость – указывает на динамическую вязкость и на тот температурный режим, который придает продукту состояние жидкости и позволяет осуществить запуск двигателя; прокачиваемость – показатель состояния, при котором масло способно прокачаться в системе.

Е.Г. Рылякин, П.А. Власов [38] в работе пишут: «Температура вспышки определяется нагреванием рабочей жидкости в открытом или закрытом тигле, приборе, куда его заливают и подогревают. Рабочая температура моторных масел не должна повышаться больше чем на 2 градуса в течение 1 мин. Смазывающее вещество должно не только вспыхивать, но и гореть». Указанные авторы отмечают, что понижение температура моторного масла может увеличить вязкость жидкости, и наоборот.

П.А. Власов [38] утверждает: «вязкость моторных масел, которая указана в руководстве по эксплуатации, должна быть оптимальной. Температура вспышки моторных масел характеризует присутствие в нем легкокипящих фракций. Она связана с таким показателем, как испаряемость нефтепродукта во время эксплуатации. Хорошие рабочие вещества имеют темп вспышки более 225 °С. Фракции, обладающие слабой вязкостью, которые есть в наличии только у некачественных масел, выгорают и испаряются очень быстро. В результате этого смазочный продукт также быстро расходуется. К тому же, его температурные свойства ухудшаются».

С.В. Корнеев [84] в своей работе пишет, что двигатели автотракторной техники подвергаются высоким механическим тепловым нагрузкам, что требует использования качественных смазочных веществ. Отмечается, что моторные масла имеют множество различных технических свойств [2].

Как пишет В.А. Тюлькин [133]: «основными параметрами, характеризующими температурный режим двигателя, являются установившаяся температура, а также время его прогрева и охлаждения».

С понижением температуры вязкость масел для двигателей и трансмиссионных масел повышается, что ухудшает их текучесть и прокачиваемость. В результате количество прокачиваемого масла уменьшается, резко снижается смазывающий эффект, приводящий к появлению полусухого и сухого трения. При охлаждении масел для двигателей до -30 °С и ниже из-за резко возрастающей вязкости зачастую невозможно без подогрева запустить двигатель. Поэтому зимой при запуске трактор должен находиться в теплом помещении.

Климатические условия Российской Федерации, как правило, достаточно разнообразны, могут меняться от субтропического до арктического. В наибольшей части территории России, в зимний период температура может достигать отрицательных значений, порядка -25 ... -35 °С, а в некоторых северных районах температура может опускаться до -40 ... -50 °С, при средней продолжительности устойчивых отрицательных температур в 150-210 дней. Так же следует подчеркнуть, что в нашей стране площадь зоны с отрицательными температурами составляет 95%

всей территории России, а в европейских странах и США зона с пониженными температурами составляет около 26% [49, 129]. Работа мобильных машин в условиях отрицательных температур окружающей среды происходит в достаточно сложных условиях, обусловленных комплексом зимних факторов. Как правило, на территории РФ, устойчивые низкие температуры воздуха начинаются в ноябре и продолжаются по март. Причем динамичные колебания температуры воздуха наблюдаются в межсезонный период, так в апреле перепад температур может составлять от $-31\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+28\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в октябре перепады могут быть от $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+26\text{ }^{\circ}\text{C}$. Одним из самых холодных периодов в календарном году являются зимние месяцы: декабрь, январь и февраль. В северных районах нашей страны абсолютный минимум температуры окружающей среды может достигать отметки $-57\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Важным показателем, влияющим на результирующую температуру элементов машины, является присутствие ветра. И чем выше скорость ветра, тем интенсивней происходит охлаждение, поэтому вводится более объективный показатель - температурно-холодовой индекс. При температуре окружающей среды $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и средней скорости ветрового потока 5 м/с результирующая температура составит около $-34\text{ }^{\circ}\text{C}$ [52, 122].

Температура элементов моторной установки и ее технических жидкостей (охлаждающей жидкости, топлива, моторного масла) будет намного быстрее выравниваться с температурой окружающей среды при более высокой скорости ветрового потока, что приводит к увеличению темпа снижения температуры моторной установки и машины в целом [94, 129, 38, 58].

Изменение температуры воздуха напрямую влияет на изменение его физических свойств: например, в условиях снижения температуры в амплитуде $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ показатели плотности и удельного веса возрастают на 16%. В свою очередь, изменение этих параметров оказывает положительное влияние на процесс наполнения цилиндров воздуха за счет изменения его весового заряда [129].



Рисунок 1.9– Исследования в области эксплуатации машинно-тракторного парка в зимних условиях [117]

Установлено, что работа дизеля на нормальном тепловом режиме и нагрузках выше 80% (при часовом расходе топлива более 80% номинального) по мере понижения температуры окружающего воздуха сопровождается увеличением мощности и экономичности. Мощность и экономичность двигателя при номинальном часовом расходе топлива и температуре воздуха -40°C на 12...15% выше, чем при температуре воздуха -20°C [84, 81].

Для производства указанных работ в хозяйствах используется в среднем 45-100% списочного парка тракторов. Между тем хозяйства несут довольно значительные потери по причине ненадлежащей подготовки технических работников и механизаторов, неэффективного межсменного хранения и техобслуживания машин, несовершенства системы планирования, в том числе графика выполнения необходимого объема работ. Результаты подсчетов показывают, что объем произведенных капитальных ремонтов посредством использования техники в зимний период увеличивается примерно на 20-25 процентов, а стоимость ремонта одной единицы техники, эксплуатируемой зимой, возрастает на 15-20 процентов. Но вместе с этим, принимая во внимание все сложности, возникающие в процессе зимней эксплуатации машин, объем и перечень необходимых работ постоянно возрастает. (рисунок 1.10).



Рисунок 1.10 – Виды и объём выполнения зимних работ в сельском хозяйстве тракторами [129]

Техника российского производства имеет достаточно низкий уровень адаптации к работе в условиях широкого диапазона изменений температуры (от +40 до -45 0С). Согласно по проектной документации современные мобильные энергетические средства имеют моторные установки, которые эффективно могут работать при температуре окружающего воздуха 15°С и давлении 760 мм.рт.ст. [84, 74, 108].

Вопросам повышения эффективности использования энергетических средств в различных условиях эксплуатации посвящены работы: Г.М. Крохты [122]; А.И. Левина [91]; Н.И. Селиванова [122]; Л.Г. Резника [109]; Н.В. Семенова [123]; В.В. Робустова [109]; Е.Е. Кузнецова [104]; А.В. Кучера [89]; М.М. Разяпова [108]; С.В. Щитова [104]; А.В. Неговора [97]; З.В. Кривуца [104]; А.А. Долгушина [50]; П.И. Коха [85] и других исследователей [81, 129, 54, 58, 74]. Их работами доказана необходимость проведения региональных адаптационных мероприятий, разработаны перспективные методики и предложены отраслевые решения для некоторых видов и типов энергетических средств. Следует отметить, что в вышеперечисленных работах предложены мероприятия и технологии касательно применения дополнительных тепловых устройств в конкретных узлах и системах энергетических средств. Эти устройства эффективно можно использовать в зимних условиях Якутии только в том случае, если дополнительно применять систему для поддержания температурного режима на всей поверхности энергетического средства.

А.В Кучер [89] уделил большое внимание на работу таких важных систем энергетических средств, как электрооборудование, гидравлика и топливная система. Им для повышения эффективности работы гидравлической системы автомобиля предлагается устанавливать подогревающий модуль на гидроцилиндр. В результате исследований автор оценивает эффективность предлагаемого модуля через КПД, который равен:

– для серийного автомобиля-

$$\eta = Q_e / Q_{H^P}. \quad (1.1)$$

– для автомобиля с установленным экспериментальным устройством-

$$\eta = (Q_e + n \cdot Q_i) / Q_{H^P}. \quad (1.2)$$

Анализ формул (1.1) и (1.2) показал, что КПД двигателя с установленным подогревающим модулем выше по сравнению с серийным. Однако, на наш взгляд, формулы не учитывают влияния других охлажденных узлов и систем автомобиля.

Г.М. Крохта на основании проведенных исследований [86] установил, что для повышения эффективности работы энергетического средства необходимо вторично использовать бросовую теплоту двигателя. Автором предложено устройство, позволяющее дополнительно обогревать двигатель, а в качестве оценки предлагается использовать эксергетический коэффициент, который может быть определен следующим образом

$$\eta_i = \frac{L_e + \sum_{i=1}^n E_q}{E_T}, \quad (1.3)$$

где, η_i – эксергетический коэффициент полезного использования теплоты в самоходной машине; L_e – полезная работа машины; $\sum_{i=1}^n E_q$ – суммарная эксергия теплоты, полезно используемая в агрегатах и узлах трансмиссии самоходной машины; E_T – химическая эксергия топлива.

В то же время эксергетический баланс любого энергетического средства предлагается определять по уравнению

$$E'_T + E_b = \sum_{i=1}^n E_p + \sum_{i=1}^n E_{пов} + E_{ог} + L_b + \sum_{i=1}^n D_m, \quad (1.4)$$

где, E'_T – эксергия теплоты, выделившейся в результате сгорания топлива; E_b – эксергия воздуха, поступившего в цилиндр двигателя; $\sum_{i=1}^n E_p$ – эксергия теплоты, рассеиваемой радиаторами (системы охлаждения двигателя, системы смазки двигателя, надувочного воздуха, КП и т.п.) в окружающую среду; $\sum_{i=1}^n E_{пов}$ – эксергия теплоты, отводимой поверхностью силовой установки трактора в окружающую среду; $E_{ог}$ – эксергия отработавших газов; $\sum_{i=1}^n D_m$ – суммарные потери эксергии вследствие потерь на трение в силовой установке, привод вспомогательных механизмов и т.п., Дж/ч.

Следует отметить, что уравнение (1.4), на наш взгляд, применимо для трактора, движущегося с равномерной скоростью и по идеально ровной поверхности.

В своих работах М.М. Разяпов [108] и А.В. Неговора [97] для тепловой подготовки всех ресурсозначимых агрегатов предлагают использовать дополнительное устройство в виде генератора горячих газов, который способен обеспечивать безопасный разогрев узлов с наименьшими затратами времени. Генератор предлагается подсоединить к газозвоздушной магистрали с индивидуальным подводом к

каждому обогреваемому агрегату автотракторной техники. Авторы отмечают, что в зависимости от условий эксплуатации автотракторной техники, генератор может работать в трех режимах. При этом общее время тепловой подготовки агрегатов до целевой температуры генератором горячих газов будет определяться как:

$$t = \frac{Q}{Q_{ГТГ}} = \frac{\sum c_i \cdot m_i \Delta T_i + Q_{инномерь}}{G_T \cdot q_T \cdot \eta_{смп}}, \quad (1.5)$$

где Q – суммарное количество теплоты, необходимое для обеспечения нормального теплового режима всех агрегатов, G_T – часовой расход топлива, г/ч, q_T – теплотворная способность топлива, $\eta_{смп}$ – КПД системы тепловой подготовки, c_i – удельная теплоемкость узлов i -го агрегата, Дж/(кг К), m_i – масса узлов i -го агрегата, кг.

На наш взгляд, предлагаемый метод не подходит для эффективного применения в зимних условиях критически низких температур нашего региона.

В работе [85] П.И. Кох рассматривает вероятностные критерии пусковой надежности механических систем при независимом влиянии на пуск нескольких факторов и показывает, что надежность пуска характеризуется зависимостями, аналогичными общей теории надежности. Так, вероятность пуска системы $P(\tau_n)$, в том числе и двигателя, за время пуска τ_n автор предлагает определять по формуле:

$$P(\tau_n) = 1 - \exp\left[-\frac{\tau_n}{T_n}\right], \quad (1.6)$$

где T_n – среднее время пуска.

При наличии статистических данных о времени пуска m однотипных систем $\tau_{n1}, \tau_{n2}, \dots, \tau_{ni}$ среднее время пуска составит:

$$\bar{T}_n = \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^{i=m} \tau_{ni} \quad (1.7)$$

Методику Коха эффективно можно использовать, на наш взгляд, при температуре окружающей среды до -25 °С. Поэтому в самые холодные периоды –

октябрь, ноябрь, декабрь и январь месяцы – в условиях Крайнего Севера эта методика не подходит.

В качестве критерия приспособленности автомобилей к низким температурам окружающей среды Л.Г. Резник предложил коэффициент приспособленности, определяемый как отношение фактического значения показателя эффективности U к его номинальному значению U_n [109]:

$$Ka = U/U_n. \quad (1.8)$$

Автор обосновал, что при значении коэффициента $Ka=1$ наблюдается максимальная приспособленность. Также им отмечается, что заявленные заводом-изготовителем эксплуатационные характеристики в этом случае реализуются в полной мере. Л.Г. Резник говорит о том, что снижение коэффициента Ka свидетельствует о недостаточной приспособленности автомобиля и в реальных условиях эксплуатации приводит к нерациональным затратам ресурсов.

На наш взгляд, коэффициент Резника должен учитываться производителями энергетических машин. К примеру, в северные регионы должны поставляться изначально утепленные, подготовленные для эксплуатации в условиях низких температур машины.

Опыт применения систем тепловой подготовки на основе тепловых аккумуляторов для автомобилей и тракторов изложен в работах Ф.З. Габдрафикова, А.П. Картошкина, В.Н. Ложкина, Н.И. Селиванова, И.А. Спицына и других исследователей [42, 76, 91, 122, 127]. Метод действенный, однако для его реализации энергетической машине необходим постоянный доступ к электрическим сетям. М.М. Разяпов отмечает, что использование подобных систем для поддержания и обеспечения тепловых режимов агрегатов при движении машины затруднительно вследствие конструктивных и технологических особенностей [108]. Следует добавить, касательно условий аграрного сектора Якутии подавляющее количество хозяйств расположено в децентрализованных или слабооснащенных электросетями местностях, поэтому метод исключается.

А.А. Долгушин [50] предлагает системный подход для минимизации энергетических затрат при эксплуатации автотракторных средств в условиях низких температур. Общая целевая функция, полученная автором, имеет следующий вид

$$Q_{\text{общ}} = \sum_{T_{\text{min}}}^{T_{\text{max}}} Q_p(T) \rightarrow \min, \quad (1.9)$$

где $Q_{\text{общ}}$ – общие затраты энергии в системе, Дж;

Q_p – затраты энергии в p -ой подсистеме в диапазоне температур окружающей среды от T_{min} до T_{max} , Дж.

А.А. Долгушин установил, что энергетические затраты в значительной мере определяются тепловыми режимами работы агрегатов трансмиссии. На наш взгляд, уравнение (1.9) адекватно, но рассматривает только агрегаты трансмиссии. При низких температурах первоначально подвергается износу трансмиссия, однако параллельно с ней получают отрицательное воздействие и другие узлы и системы энергетических машин. Поэтому, на наш взгляд, необходимо разработать комплексную систему поддержания работоспособного состояния всех механизмов.

С.А. Эртман [139], разработал модель изменения времени охлаждения двигателя $\tau_{\text{охл}}$ от начальной t_n до конечной температуры t_k под влиянием температуры окружающего воздуха $t_в$, скорости ветра w и теплофизических свойств двигателя:

$$\tau_{\text{охл}} = \frac{l}{b_1} \exp\left(-\frac{b_2}{\alpha}\right) \cdot \ln \frac{t_n - t_в}{t_k - t_в}, \quad (1.10)$$

где b_1 – параметр модели, с^{-1} ; b_2 – параметр модели, $\text{Вт/м}^2 \times \text{°C}$.

На наш взгляд, разработанная модель Эртмана определяет темп охлаждения двигателя без учета подкапотного пространства и защитного укрывного материала, что для межсменной стоянки автотракторной техники в условиях Якутии недостаточно.

Для повышения эксплуатационных показателей автотракторных дизелей в условиях низких температур Р.А. Байрамов [19], разработал математическую модель объемного разогрева картерного масла, которая описывается выражениями:

$$\frac{\lambda}{c \cdot \rho} \cdot \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) = \frac{\partial T}{\partial \tau},$$

$$T_{\tau=0}(x, y) = T_0, \quad (1.11)$$

$$T(x_1, y, t) = T_{иск\ 1}; T(x_n, y, t) = T_{иск\ 2}; T(x, y_1, t) = T_{иск\ 3}; T(x, y_n, t) = T_{иск\ 4}.$$

где $T_{иск}$ – искомая (расчетная) температура на границе рассматриваемого слоя у соответствующей стенки, °С;

$T_{об}$ – температура теплоносителя у соответствующей стенки поддона, °С.

Решение уравнений производится с помощью вычислительной программы MATLAB.

На наш взгляд, предложенная модель Р.А. Байрамова, направленная для определения температуры масла в объеме поддона двигателя, не подходит в условиях экстремально низких температур, так как в уравнении не учитываются теплофизические характеристики теплоизоляционных приспособлений.

На основании проведенного анализа известных работ установлено, что для децентрализованных конезбаз в условиях Якутии трудно применимы из-за специфических условий:

- экстремально низкие температуры -45...-60 градусов ниже нуля;
- большая удаленность от центральных сетей электро- и энергоснабжения;
- отсутствие на конезбазах отапливаемых гаражей в виду дороговизны строительных материалов и сырья для сжигания в котлах отопления;
- постоянное перемещение пастбищ;
- отсутствие качественных дорог и электросетей.

Для решения данной проблемы необходимо в условиях Якутии использовать другие технические способы – внедрять в них автономные энергогенерирующие установки для создания оптимальных социально-бытовых условий, также предусмотреть хозяйственно-производственные помещения для межсменной стоянки машин и техники.

1.8 Предлагаемый способ отопления гаража в конезазах

Таким образом, имея стадо в 50 гол. лошадей, конезаза имеет возможность обеспечить себя альтернативным топливом – биогазом и организовать независимое энергосберегающее производство. Появляется возможность отапливать производственное помещение, а именно гараж, расположив в нем сельскохозяйственную технику и безопасно вести обслуживающие и ремонтные работы.

Для использования в условиях Якутии подходит биогазовая накопительная психрофильная технология, разработанная якутскими учеными [62, 63]. Технология отличается тем, что устойчиво работает при температуре скотопомещения (при 10-12 °С), не требует подключения дополнительной энергии извне. Метантенк используется объемом от 0,7 м³ до 1 м³. Производительность одного метантенка в среднем 0,3 м³ биогаза в час. Однако при работе установки в летнее время производительность увеличивается до 2,6 м³ [116]. Поэтому предлагаем в летние три месяца накопить в баллонах максимальный объем биогаза.

В качестве теплоотдающего устройства предлагается использовать газовую горелку марки ГИИ-3,65 с расходом природного газа 0,094 м³/час (рисунок 1.11).



Рисунок 1.11– Общий вид газовой горелки марки ГИИ-3,65

Согласно требованиям ГОСТ 12.1.005-88 [44], СТО НП «АВОК» «Системы отопления и обогрева с газовыми инфракрасными излучателями» [127] и ППБ 01-03 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации», с биологической точки зрения инфракрасное радиационное отопление имеет благоприятное действие для человека.

Необходимо отметить, что существует проблема настороженного отношения населения к использованию систем отопления на базе лучевой энергии. Обусловлено это тем, что в настоящее время отсутствуют установленные нормативы для проведения соответствующих расчетов и проектирования, либо имеется несоответствие современных требований к техническому уровню. В целях наиболее точного выбора оптимальных условий для протекания процесса горения газа и гарантированного соблюдения санитарно-гигиенических требований в помещениях, где производится отопление газовыми инфракрасными излучателями, следует провести ряд исследований посредством проведения соответствующих экспериментов.

Первые научные исследования по вопросам изучения горелок инфракрасного излучения (ГИИ) были проведены еще в середине прошлого века (1940-1960-е гг.). На сегодняшний день существует широкий выбор конструктивных решений по показателям мощности и сферы применения горелок. Вместе с этим, множество источников научной литературы посвящено теоретическим исследованиям процесса сгорания топливных масс на инфракрасных излучателях. Наиболее подробно и объемно отражены в работах О.Н. Брюханова [28], Б.С. Ициксона [73], А.М. Левина [90], М.Б. Равича [107], А.К. Родина [113], Г.Н. Северинца [121] и др.

В трудах Б.С. Ициксона и А.И. Богомолова с соавторами приводится описание различных конструкций с экспериментальным обоснованием [73]. Эффективность ГИИ при сушке и нагрева доказал в своих работах Г.Н. Северинца [121]. Практическое использование ГИИ в отоплении производственных объектов рассмотрены в трудах А.К. Роднина, М.Б. Равича [113]. Наиболее подробная классификация методов беспламенного горения дана М.Б. Равичем [107]. Им предложено выделить восемь методов беспламенного горения.

Общие технические требования к ГИИ регламентируются ГОСТ 25696-83*. Согласно этому ГОСТу, инфракрасные горелки в зависимости от температуры излучающей поверхности подразделяются на среднетемпературные (от 800 до 1000 °С) и высокотемпературные (свыше 1000 °С).

При эквиваленте биогаза природному газу в соотношении 1:0,6 для бесперебойной работы горелки необходимо 3,8 м³ биогаза в сутки. В 50-литровый баллон под давлением 15-16 МПа загружается 9 м³ биогаза. Тогда 1 баллон будет хватать на 2 суток. Соответственно, на 240 суток фермеру необходимо запастись 120 50-литровыми баллонами с горючим биогазом, что соответствует 1 080 м³ биогаза.

На основании вышеприведенных расчетов можно подсчитать, что из навоза 50 гол. лошадей за лето (90 дней) с 1 метантенка объемом в 1 куб. м можно накопить до 234 куб. м биогаза, что равно 26 баллонам в 50 л. Соответственно, 120 баллонов биогаза можно получить из 5 метантенков.

Выводы по главе 1

1. В Республике Саха (Якутия) в настоящее время из 7948 кв. км сельхозугодий освоено всего 2730 кв. км., что соответствует 34%. Таким образом, более 65% сельхозугодий еще не освоены ввиду отсутствия в них электрических сетей.

2. Для повышения эффективности производства необходимо внедрять механизацию трудоемких процессов: подвозку и раздачу корма, объезд пастбищ и бесперебойную транспортировку коневодов и необходимые средств для ведения хозяйственной деятельности. Механизация процессов на конебазах разрешит следующие существенные проблемы, сдерживающие развитие коневодства в республике: своевременную подачу животным дополнительного корма в виде сена, отсутствие дорог, сезонные почвенные изменения и снежные заторы.

3. Для освоения этих участков необходимо их обеспечить соответствующей социально-производственной инфраструктурой: это и обеспечение источниками света и тепла, и обязательные производственные помещения для стоянки и хранения техники в зимний период.

4. Для того, чтобы децентрализованные угодья осваивались под конебазы, необходимо решить ряд технических и технологических задач – внедрять в них автономные энергогенерирующие установки для создания оптимальных социально-

бытовых условий, также предусмотреть хозяйственно-производственные помещения для межсменной стоянки машин и техники.

5. Из конского навоза можно получать альтернативное топливо в виде биогаза, которое преобразовывается в тепло или электричество. При выходе биогаза в $0,14 \text{ м}^3$ с 1 кг навоза лошадей с влажностью 75-80%, ожидаемый объем биогаза в сутки от 20 кг навоза 1 лошади составляет в среднем $2,8 \text{ м}^3$.

6. Из навоза 50 гол. лошадей за лето (90 дней) с 1 метантенка объемом в 1 куб. м можно накопить до 234 куб. м биогаза, что равно 26 баллонам в 50 л. Для отопления гаража в зимний период (240 суток) необходимо 120 баллонов биогаза, которые смогут произвести пять однокубовых метантенков за три летних месяца.

ГЛАВА 2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Математическое описание эффективности коневодства

По итогам изучения существующих технологий [23] и особенностей производства коневодства Республики Саха (Якутия) основным параметром эффективности табунного коневодства является количество поголовья лошадей, L . В условиях нашего региона на удержание имеющегося поголовья табуна и увеличение его поголовья оказывают влияние: во –первых, площадь пастбища с его урожайностью, $S_{\text{уг}}$; во вторых – своевременность подачи животным дополнительного корма, d_1 :

$$L = S_{\text{уг}} \times d_1, \quad (2.1)$$

где $S_{\text{уг}}$ – площадь угодий, га;

d_1 – доля дополнительного корма, $\frac{\text{гол}}{\text{га}}$.

Известно, что площадь угодий ($S_{\text{уг}}$), га, зависит от количества поголовья и нормативного значения пастбищного угодья на 1 голову [23]:

$$S = N \times n, \quad (2.2)$$

где N – количество лошадей, гол;

n – коэффициент нормативного значения пастбищного угодья на 1 гол. ($n=1,5$ га/гол. а в условиях Якутии от 15-20 га/гол.).

При нахождении на подножном корме, сохранность поголовья лошадей в значительной мере зависит от своевременности подачи дополнительного прикорма – V_k , кг. Следует отметить, что большинство коневодческих баз расположены вблизи населенных пунктов, соответственно, пастбища в настоящее время максимально вытоптаны животными, а их урожайность снижается из года в год. С распадом

Советского Союза мелиоративные работы по улучшению земель не проводятся. Поэтому в последние годы табуны обязательно докармливаются.

Дополнительный объем корма V_k , кг предусматривается при сезонных трудностях, когда осенью и весной бездорожье, в зимний период – низкие температуры, а также при различных изменениях снежного покрова:

$$V_k = f(t_{окр}; w; d_1), \quad (2.3)$$

где $t_{окр}$ – температура окружающего воздуха, °С;

w – изменения снежного покрова;

d_1 – доля дополнительного корма, $\frac{\text{гол}}{\text{га}}$.

В качестве дополнительного корма в Якутии применяется сено. В свою очередь, его качество напрямую зависит от качества травостоя (k), которое измеряется в кормовых единицах (к. ед.) По нормативному значению требуется в среднем от 1.8-2,8 кормовых единиц на 100 кг живой массы лошади. Исходя из этого значения, требуется определять норму сена на 1 гол.

В показателе объема дополнительного корма (2.3) температура окружающего воздуха и изменения снежного покрова – неуправляемые факторы, которые являются производными отрезко-континентального климата региона. Поэтому значения этих факторов из года в год разные.

Наиболее значимым фактором при определении своевременности подачи кормов, на наш взгляд, является требуемый объем дополнительного корма, d .

Стога сена, как правило, располагаются в дальних и укромных местах угодий. На подкормку животным необходима достаточно значимая масса сена, $M_{си}$ ускорить ее доставку можно, только применив трактор с прицепом. Соответственно, на долю дополнительного корма влияют:

- расстояние от места хранения сена до места его раздачи, l , км;
- расход топлива на подвозку корма, ω , л/км.

С учетом вышесказанного, долю дополнительного корма предлагаем определять по следующей формуле:

$$D_1 = \frac{0,84 M_c}{l \times \omega \times p}, \quad (2.4)$$

где M_c – необходимая масса сена, кг·гол.; $M_c = N \cdot m_k$, где N – количество лошадей, гол.; m_k – норма сена на 1 гол, кг;

l – расстояние от места хранения сена до места его раздачи, км;

ω – расход топлива, л/км;

p – площадь угодий, га.

Формула (2.4) позволяет коневоду определить объем дополнительного корма, в зависимости от места прикормки лошадей, расстояния хранения сена и марки грузового транспорта.

С учетом формулы (2.4) эффективность табунного коневодства при механизации подвоза и раздачи дополнительного корма можно спрогнозировать по следующей математической зависимости:

$$L = S_{уг} \cdot \frac{0,84 M_c}{l \cdot \omega \cdot p}, \text{ гол.} \quad (2.5)$$

Из зависимости (2.5) можно составить вывод, что основное воздействие на эффективность табунного коневодства оказывает фактор l – расстояние от места хранения сена до места его раздачи, км.

Основные проблемы, возникающие в табунном коневодстве Якутии, можно исключить, внедрив механизацию таких процессов, как подвозка и раздача дополнительного корма лошадям, объезд угодий, бесперебойную транспортировку коневодов и средств для ведения производственно-хозяйственной деятельности. На наш взгляд, с обеспечением перечисленных мероприятий можно справиться с помощью колесных тракторов тягового класса 1,4 марки МТЗ-82 (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Схема процесса механизации работ на конебазах

Основным видом техники, обеспечивающим механизацию процессов на конебазах, является и остается колесный трактор тягового класса 1,4 марки МТЗ-82 – маневренный и надежный вездеход, обладающий оптимальными скоростными характеристиками.

Механизация процессов на конебазах путем применения тракторов тягового класса 1,4 марки МТЗ-82 устранил следующие существенные проблемы, сдерживающие развитие коневодства в республике – отсутствие дорог и падеж лошадей, освоение труднодоступных сельхозугодий. Улучшится транспортная доступность конебаз и повысится вероятность увеличения поголовья лошадей.

Для достижения вышеназванных мероприятий необходимо разработать и внедрить в коневодческие хозяйства дешевые, но эффективные по теплоизоляционным характеристикам быстровозводимые сооружения для межсменной стоянки техники. Отопление в таких сооружениях должно быть автономным и абсолютно безопасным.

2.2 Описание и обоснование предлагаемого пилотного модуля для межсменной стоянки сельскохозяйственной техники

На основании экспериментальных исследований предлагается следующий вариант автономного модуля для межсменной стоянки сельскохозяйственной техники (рисунок 2.2):

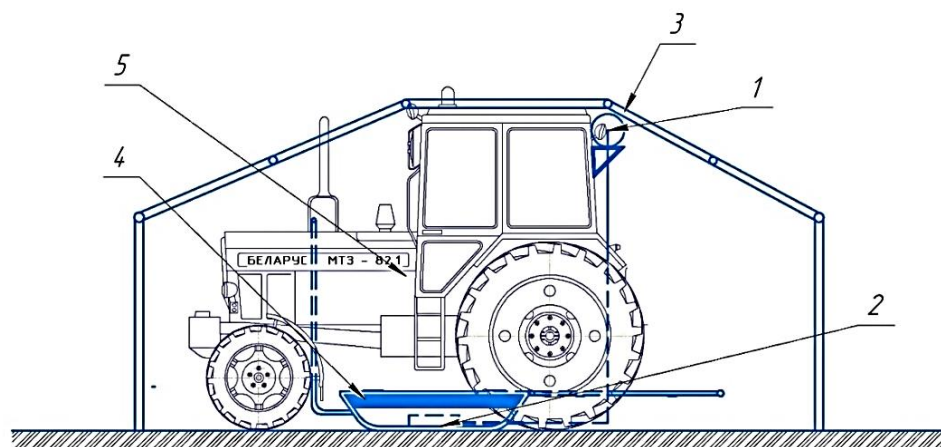


Рисунок 2.2 – Принципиальная схема предлагаемого пилотного автономного модуля для межсменной стоянки СХТ: 1– баллоны с биогазом; 2 – газовый обогреватель; 3 – каркас модуля с защитным чехлом; 4 – мобильное теплообменно-вентиляционное устройство; 5 – трактор МТЗ-82

Предлагаемый модуль представляет собой каркас по принципу «Паук», состоящий из основания в виде багажного устройства на конструкцию которого получены 2 патента на полезную модель РФ: № 185358, №181940 [7, 8]. Каркас состоит из четырех опорных удлиняющихся и меняющих углы вдоль находящейся техники ног. В качестве теплоизоляционно-защитной капсулы использован материал, который в настоящее время широко применяется в «портативных гаражах». Как правило, изготовителями используется комбинация плотных синтетических тканей и синтепонового наполнителя [1].

В предлагаемом модуле в качестве теплоотдающего устройства будет использована горелка, работающая на биогазовом топливе, получаемого из конского навоза. Полученный биогаз необходимо загружать в баллоны.

Для исключения накопления продуктов сгорания от работы газового обогревателя внутри автономного модуля предлагается использовать мобильное теплообменно-вентиляционное устройство [1].

2.3 Факторы, влияющие на эффективность автономного модуля для межсменной стоянки сельскохозяйственной техники

Основной задачей автономного модуля для межсменной стоянки СХТ (АММСС) является обеспечение работоспособного состояния сельскохозяйственной техники, в данном случае трактора МТЗ-82 в период его межсменной стоянки в условиях экстремально низких температур.

На эффективность АММСС воздействуют множество факторов – параметры окружающей среды; габаритные размеры и тип укрывного теплоизоляционного материала; применяемая система обогрева, используемая для создания оптимальной температуры внутри теплоизоляционного чехла и т.д.

Параметры окружающей среды – это температура, влажность и скорость ветра. Они неуправляемы и являются производными от природно-климатических условий.

Таковыми факторами, как технологические параметры и свойства укрывного теплоизоляционного материала, можно управлять только частично, поскольку данные факторы меняют свои характеристики в зависимости от параметров окружающей среды. Известно, что совокупность технологических параметров, определяющих условия протекания процесса, называется технологическим режимом. В свою очередь, эффективность технологического режима оценивают технологическими, экономическими и экологическими показателями, которыми можно управлять частично. Технологические параметры определяют состояние исходных веществ и условия проведения процесса. Состояние исходных имеет константное значение, а условия проведения процесса – изменчивы, имеют временные характеристики.

Свойства укрывного теплоизоляционного материала имеют способность сохранять свое качество только в пределах каких-то конкретно заложенных параметров. С нарушением этих пределов свойства материала меняются.

Топливом в системе отопления АММСС предлагается использовать альтернативный источник энергии – биогаз, получаемый от конского навоза. Таким образом, применяя биогазовое топливо, фермер создает автономное энергонезависимое отопление. Соответственно, оптимальная температура внутри АММСС легко удерживается путем регулирования необходимого объема сжигаемого биогазового топлива. Поэтому факторы – энергонезависимость и температура внутри АММСС – относятся к управляемым.

Таким образом, на АММСС воздействуют три группы факторов: неуправляемые, частично управляемые и управляемые (рисунок 2.3):

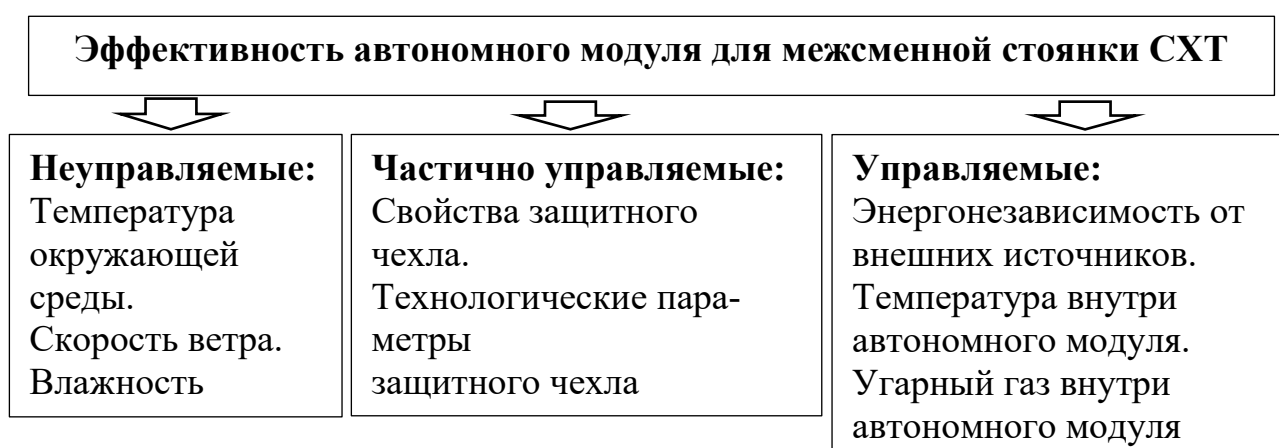


Рисунок 2.3 – Факторы, влияющие на эффективность АММСС

2.4 Предлагаемая математическая модель, описывающая тепловые процессы, протекающие при охлаждении двигателя автотракторной техники, укрытой защитным чехлом

Одной из актуальных проблем при эксплуатации транспортных средств на Севере остается надежное обеспечение пусковых качеств двигателей при низких температурах окружающей среды. Ее можно решить путем применения различных способов и средств облегчения пуска. Например, укрывая машину специальными

теплоизоляционными материалами (портативными гаражами, чехлами), позволяющими сохранять тепло нагретого двигателя длительное время и использовать двигатель как источник тепла.

В связи с этим возникает необходимость разработки методов, которые помогут рассчитать скорость теплопотерь нагретого ДВС. Одним из таких способов является вычислительная математика. Используя методы математического моделирования с высокой вероятностью, можно спрогнозировать скорость теплопотерь нагретых агрегатов двигателя.

Разработана математическая модель, описывающая скорость течения тепловых процессов при охлаждении нагретого двигателя. Рассматриваются задачи, описанные в исследовании Эртмана [139] и не только, а именно процессы, связанные с охлаждением двигателя.

Авторы исследований [110, 111, 113, 139, 114] пишут, что температура двигателя при его охлаждении может быть описана экспоненциальной моделью приспособленности.

$$t(\tau) = (t_n - t_b)e^{-m_{\text{охл}} \cdot \tau} + t_b, \quad (2.5)$$

где t_n и t_b – соответственно, начальная температура двигателя, температура окружающей среды, °С; $m_{\text{охл}}$ – температура охлаждения двигателя, °С [139].

$$m_{\text{охл}} = \Psi \frac{\alpha \cdot F}{C \cdot M}, \quad (2.6)$$

где Ψ – коэффициент неравномерности распределения температуры, α – коэффициент теплоотдачи с поверхности агрегата, Вт/м²×°С; F – площадь поверхности агрегата, м²; C – теплоемкость агрегата, кДж/кг×°С; M – масса агрегата, кг.

Был рассмотрен процесс изменения температуры в термодинамике, в котором описывается дифференциальное уравнение теплопроводности. Основное предложение теории теплопроводности состоит в предположении пропорциональности

теплового потока градиенту температуры в однородной неподвижной среде (Закон Фурье) [142, 63]:

$$q = -k \text{grad} T, \quad (2.7)$$

где k – коэффициент теплопроводности, Вт/м×°С.

Для моделирования процессов теплопереноса запишем уравнение теплопроводности на основании закона сохранения энергии:

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = -\text{div} q + f, \quad (2.8)$$

где f – мощность внутренних источников теплоты, Вт/м²; c и ρ – удельная теплоемкость, Дж/×°С; и плотность среды, кг/м³ соответственно.

Подставляя (2.7) в (2.8), получим наше основное дифференциальное уравнение теплопроводности:

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = -\text{div}(-k \text{grad} T) + f, \quad (2.9)$$

где f – равно нулю, так как при охлаждении двигателя нет внутренних источников тепла.

Данное уравнение является линейным уравнением второго порядка параболического типа.

Для наиболее полного учета строения моделируемых объектов и их геометрии вычислительные алгоритмы строятся, основываясь на методе конечных элементов. Аппроксимация по времени производится путем построения стандартной чисто неявной разностной схемой [141, 145, 63].

Тепловое поле – это распределение температуры по телу, т.е. распределение процесса тепла происходит от более нагретых частей тела к менее нагретым, приводящим к выравниванию температуры тела [14].

Уравнение (2.9) дополним начальным условием

$$T(x, 0) = T_0, \quad x \in \Omega \quad (2.10)$$

и граничными условиями.

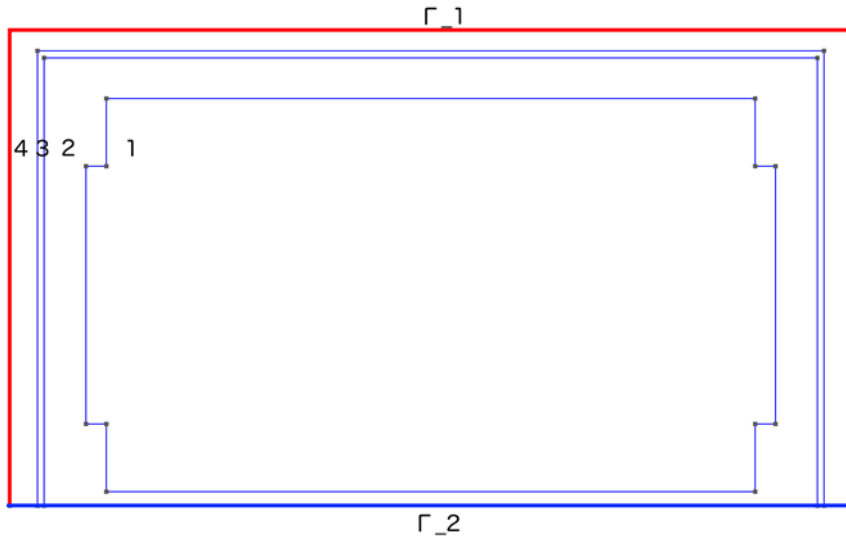


Рисунок 2.4 – Распределение температуры в области Ω : 1 – двигатель, 2 – воздух, 3 – капот и крыло, 4 – теплоизоляционный материал

Граничное условие третьего рода (условия Робина), которое моделирует конвективный теплообмен между поверхностью твердого тела с окружающей средой (T_{air}):

$$-k \frac{\partial T}{\partial n} = \alpha(T - T_{\text{air}}), \quad x \in \Gamma_1, \quad (2.11)$$

где α – коэффициент теплообмена равная $\frac{1}{R}$. Где R – термическое сопротивление материала. $R = \frac{1}{\alpha_m} + \frac{1}{\alpha_{\text{ти}}}$, где α_m – коэффициент теплоотдачи материала части двигателя, где производится численное моделирование, $\alpha_{\text{тм}}$ – коэффициент теплоотдачи теплоизоляционного материала (если смотреть без него, то $\alpha_{\text{тм}} = 0$).

Граничное условие второго рода, которое соответствует заданию на границе теплового потока [76]

$$-k \frac{\partial T}{\partial n} = q, \quad x \in \Gamma_2, \quad (2.12)$$

где q – в нашем случае равно 0.

Проведем аппроксимацию по пространству задачи (2.9) -(2.12) с использованием метода конечных элементов. Умножим уравнение для температуры на тестовую функцию v и проинтегрируем с использованием формулы Грина [145]:

$$\int_{\Omega} c\rho \frac{\partial T}{\partial t} v dx + \int_{\Omega} (k \text{grad } T \text{grad } v) dx + \int_{\Gamma_1} \alpha (T - T_{\text{air}}) v ds = 0, \quad \forall v \in \widehat{V}. \quad (2.13)$$

Здесь $\widehat{V} = \{v \in H^1(\Omega)\}$, $V = \{v \in H^1(\Omega)\}$, где $H^1(\Omega)$ – пространство Соболева, состоящее из функций v таких, что v^2 и $|\nabla v|^2$ имеют конечный интеграл в Ω .

Определим равномерную для простоты сетку по времени:

$$\omega_{\tau} = \{t^n = n \cdot \tau, n = 0, 1, \dots, N_0, \tau N_0 = t_{\max}\}$$

и проведем аппроксимацию по времени с использованием стандартной чисто неявной схемы:

$$\int_{\Omega} c\rho^n \frac{T^{n+1} - T^n}{\tau} v dx + \int_{\Omega} (k^n \text{grad } T^{n+1} \text{grad } v) dx + \int_{\Gamma_1} \alpha^n (T^{n+1} - T_{\text{air}}^n) v ds = 0, \quad \forall v \in \widehat{V}. \quad (2.14)$$

Для численного решения необходимо перейти от непрерывной вариационной задачи к дискретной задаче. Введем конечномерные пространства $V_h \subset V$, $\widehat{V}_h \subset \widehat{V}$ и определим в них дискретную вариационную задачу:

$$\int_{\Omega} c\rho^n \frac{T_h^{n+1} - T_h^n}{\tau} v_h dx + \int_{\Omega} (k^n \text{grad } T_h^{n+1} \text{grad } v_h) dx + \int_{\Gamma_1} \alpha^n (T_h^{n+1} - T_{\text{air}}^n) v_h ds = 0, \quad \forall v_h \in \widehat{V}_h.$$

Для дискретной задачи запишем: найти $u_h \in V_h$ такую, что выполнимо

$$a(u_h, v) = L(v), \quad \forall v \in \widehat{V}_h \subset \widehat{V}, \quad (2.15)$$

где

$$\begin{aligned} a(u_h, v) &= \int_{\Omega} c\rho^n \frac{T_h^{n+1}}{\tau} v_h dx + \int_{\Omega} (k^n \text{grad } T_h^{n+1} \text{grad } v_h) dx + \int_{\Gamma_1} \alpha^n T_h^{n+1} v_h ds \\ L(v) &= \int_{\Omega} c\rho^n \frac{T_h^n}{\tau} v_h dx + \int_{\Gamma_1} \alpha^n T_{\text{air}}^n v_h ds. \end{aligned}$$

Заметим, что выбор пространства \widehat{V}_h непосредственно вытекает из типа применяемых конечных элементов.

В методе конечных элементов (МКЭ) используются аппроксимации для численного решения дифференциальных уравнений. При этом могут возникнуть обозначения, такие как v_h и u_h , которые обычно связаны с дискретными аппроксимациями и приближенными решениями.

v_h – это символ, который обозначает дискретную тестовую функцию (или функционал), используемую в методе конечных элементов. В контексте МКЭ тестовая функция v_h представляет собой функцию, которая выбирается из определенного пространства для проверки уравнения вариационного принципа. Тестовые функции используются для умножения дифференциальных уравнений, что позволяет перейти от дифференциальных уравнений к алгебраическим уравнениям, которые можно численно решать.

u_h – это символ, который обозначает дискретное приближенное решение (аппроксимацию) дифференциального уравнения с использованием метода конечных элементов. То есть, u_h представляет собой функциональное приближение истинного решения дифференциального уравнения в рамках выбранного пространства функций.

Пространство H^1 является основным при рассмотрении задачи теплопроводности. Подпространства конечных элементов в H^1 являются наиболее изученными конечными элементами. Наиболее известными и наиболее используемыми являются линейные Лагранжевы элементы [142, 146].

2.5 Обоснование теплоизоляционных параметров защитного чехла для хранения сельскохозяйственной техники

В регионах с низкими температурами в зимний период все большую популярность приобретают теплоизоляционные чехлы или «портативный гараж» для хранения техники (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Защитный чехол «Портативный гараж»

Формы их могут быть разными и зависят от габаритов техники, а материал, используемый для их изготовления, многослойный с утепляющим наполнителем, обычно это комбинация плотных синтетических тканей и синтепонового наполнителя [1, 5, 70].

Нами ранее проводились натурные испытания различных видов защитных чехлов в совокупности с применением дополнительных средств зимней эксплуатации техники (предпусковой подогреватель, подогреватели узлов и т.д.) [70].

В данном исследовании ставилась задача определения фактического сопротивления теплопередаче и эффективной теплопроводности материала, используемого для разрабатываемого автономного модуля с целью дальнейшего использования полученных значений при численном моделировании теплообменных процессов.

Был исследован прямоугольный образец материала размерами 38 мм на 28 мм. Материал прошит диагональными сквозными швами и имеет слоистую структуру (рисунок 2.6).

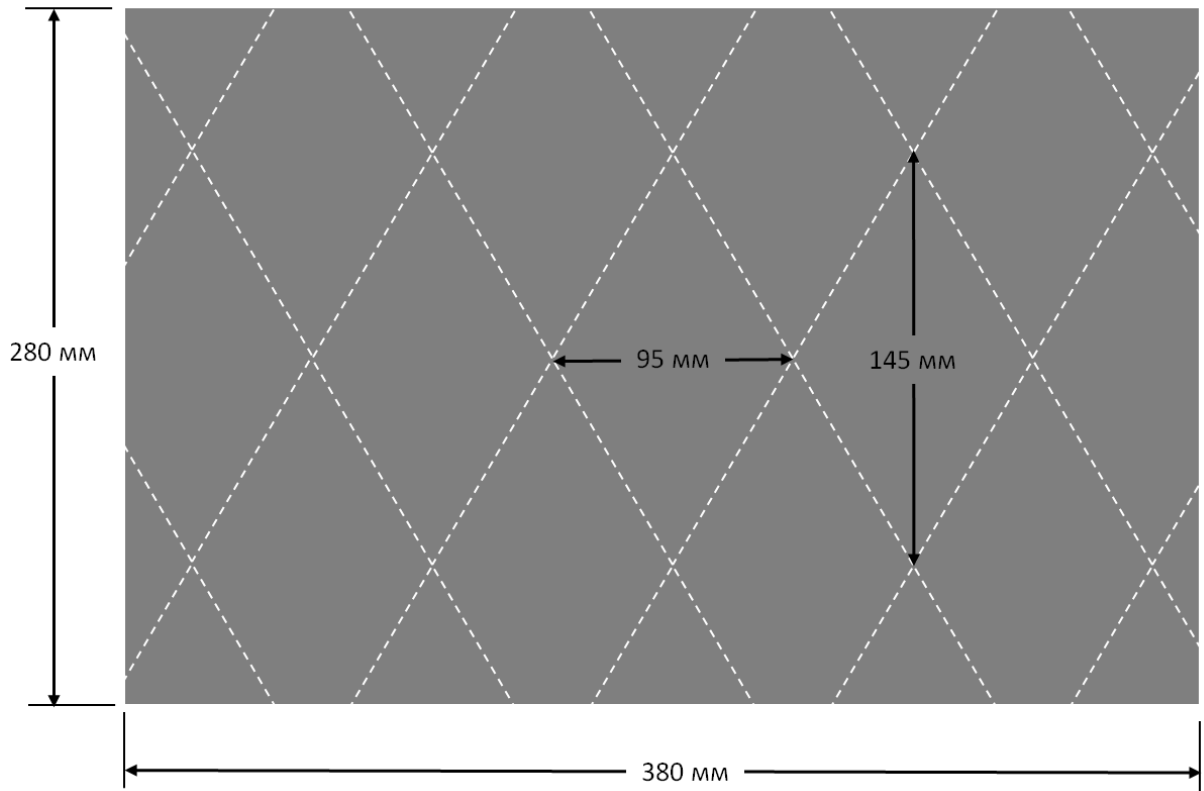


Рисунок 2.6 – Геометрические размеры образца

Структура материала состоит из четырех слоев (рисунок 2.7):

1. Наружный слой: ткань oxford 600;
2. Гидроизоляционный слой: полиэтиленовая пленка;
3. Утеплитель: три слоя синтепона каждый по 5 мм толщиной (итого 15 мм);
4. Внутренний слой: ткань oxford1600.

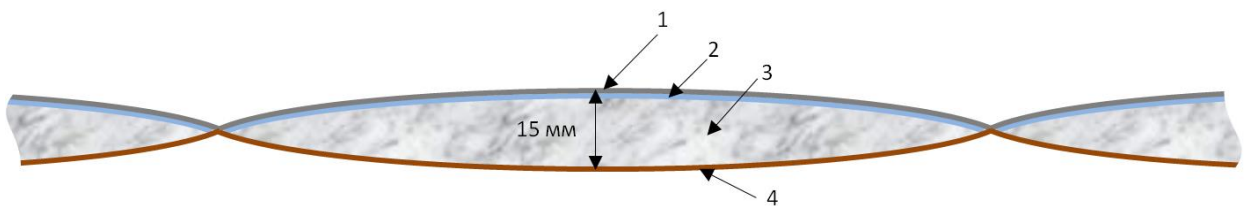


Рисунок 2.7 – Структура образца

Испытания материала на сопротивление теплопередаче проводились с климатической камеры, преобразователя теплового потока ПТП-1Б и преобразователя сигналов «Теркон» (рисунок 2.8) [106].

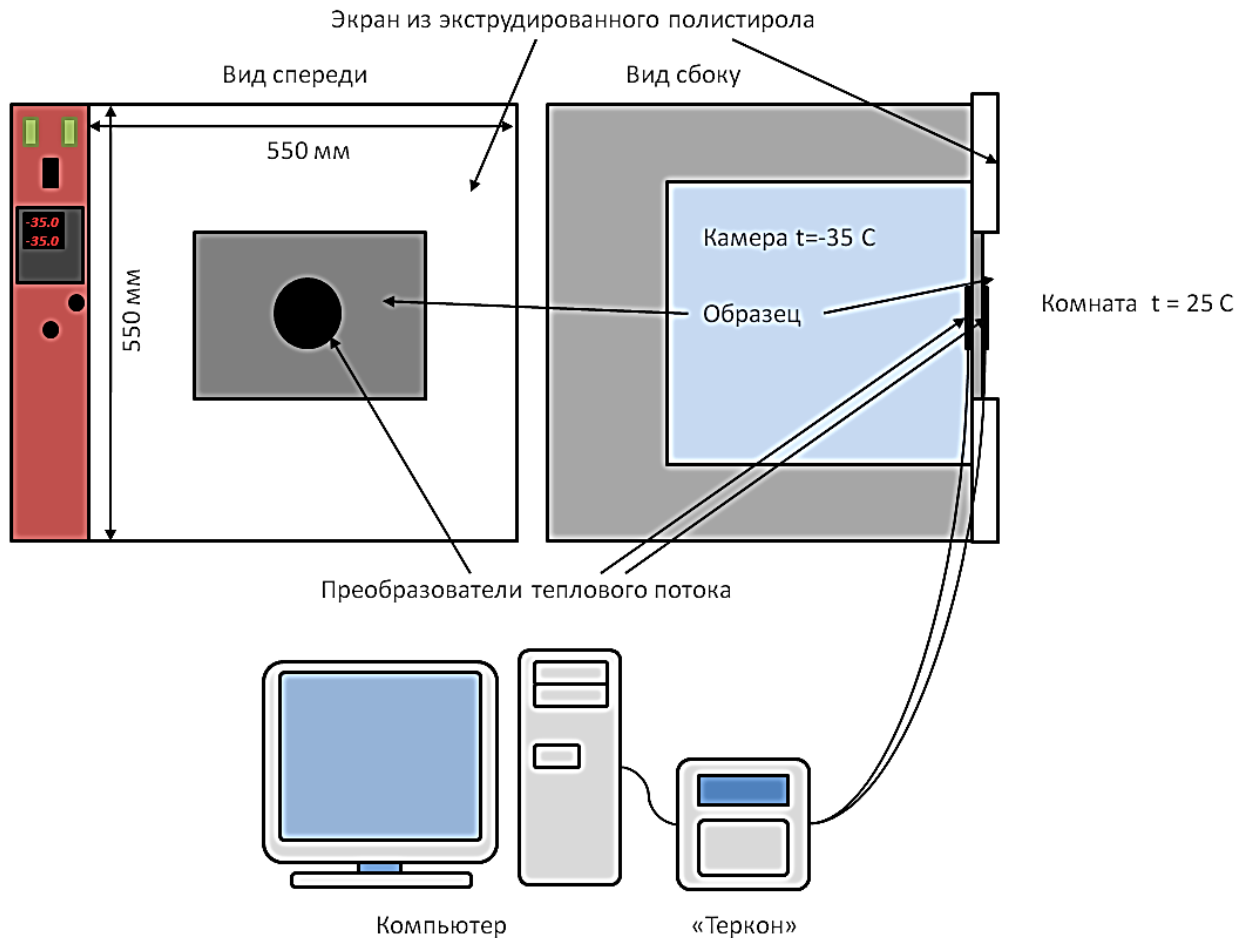


Рисунок 2.8 – Схема измерительной установки

Для установки образца в переднюю граничную плоскость камеры был изготовлен экран из экструдированного полистирола размером 550 мм на 550 мм с окном в середине по размерам образца [1, 5, 70].

На образец с двух сторон были закреплены преобразователи теплового потока (ПТП) диаметром 100 мм. Для измерения температуры поверхности ПТП снабжен встроенным термопреобразователем сопротивления типа Pt100.

Сигналы с ПТП обрабатываются в преобразователе сигналов «Теркон» и регистрируются на персональном компьютере.

После достижения заданной отрицательной температуры в климатической камере, значение которой было выбрано как $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$, и установления стационарного режима, регистрация данных продолжается на протяжении еще 40 минут. Для расчетов брались значения потоков и температур, усредненные по данному стационарному периоду [1, 5, 70].

Расчеты производились в соответствии с методикой, изложенной в источнике [46]. Расчет термического сопротивления теплопередаче R_k производился по формуле (2.16), расчет сопротивления теплопередаче R_0 по формуле (2.17)

$$R_k = \frac{t_1 - t_2}{q}, \quad (2.16)$$

$$R_0 = \frac{t_{\text{комн}} - t_{\text{кам}}}{q}, \quad (2.17)$$

где t_1 и t_2 соответственно температуры на теплой и холодной поверхностях образца, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{комн}}$ и $t_{\text{кам}}$ – температуры в комнате и в камере, $^{\circ}\text{C}$;

q – среднее значение плотности теплового потока по данным двух ПТП.

Эквивалентная теплопроводность материала определяется как теплопроводность слоя однородного вещества с сопротивлением теплопередачи R_0 и толщиной b равной определенному для исследуемого образца

$$\lambda_{\text{эkv}} = b / R_0. \quad (2.18)$$

Так как профиль материала имеет переменную толщину (рисунок 2.7) с максимальным значением 15 мм, толщина b бралась как средняя по профилю – примерно 12 мм.

Графики развития температур и плотности теплового потока на поверхностях образцов представлены на рисунках (2.9 – 2.10).

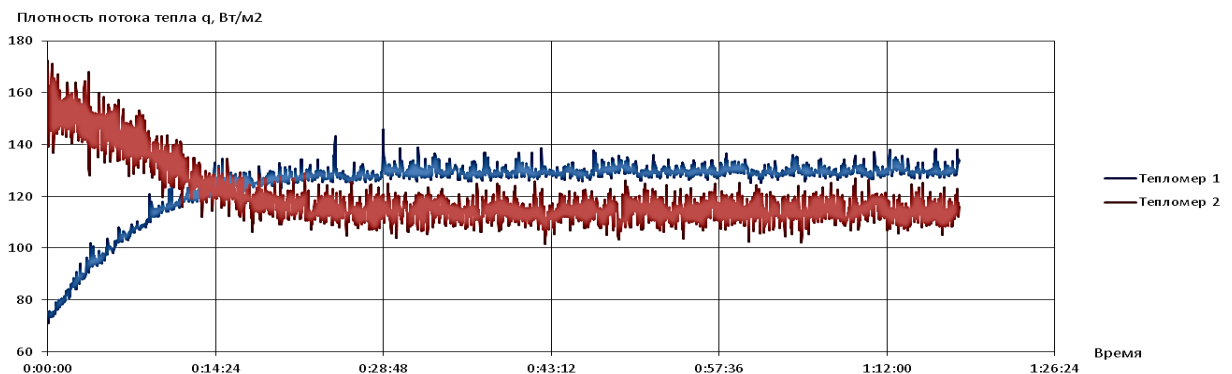


Рисунок 2.9 – Графики изменения плотности теплового потока теплой и холодной сторон образца по времени

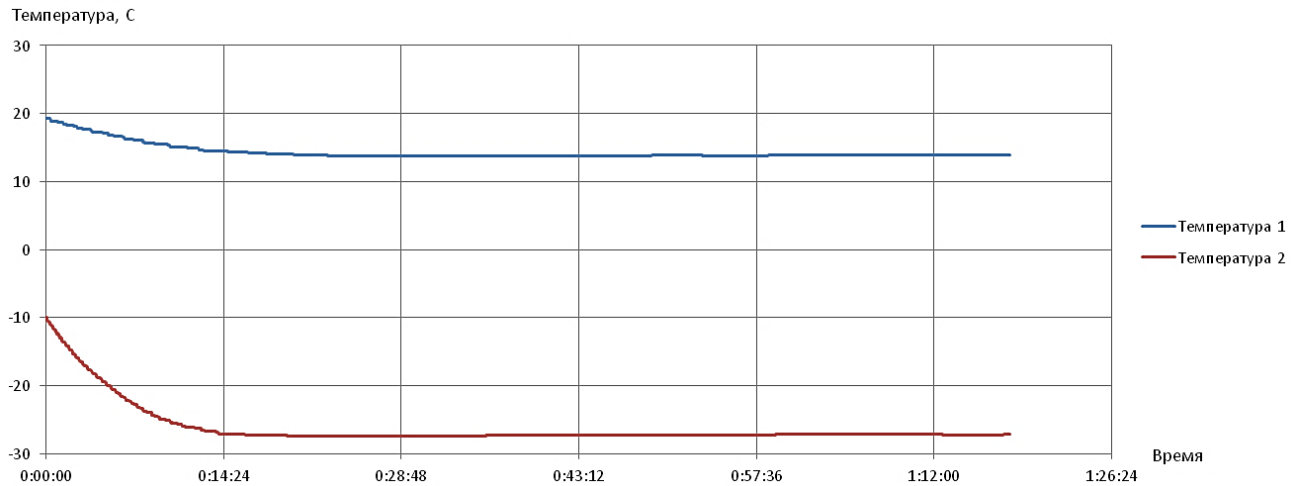


Рисунок 2.10 – Графики изменения температуры теплой и холодной сторон образца по времени

Полученные результаты сведены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1– Теплотехнические характеристики образца

Термическое сопротивление теплопередаче R_k , $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$	Сопротивление теплопередаче R_0 , $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$	Эквивалентная теплопроводность материала, соответствующей данной толщине $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$
0,337	0,492	0,0356

Данные результаты подтверждают заявленные теплоизоляционные свойства материала. Полученное эквивалентное значение теплопроводности находится ниже табличных значений теплопроводности таких материалов, как минераловатные и полистирольные утеплители низкой плотности ($0,045 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$).

Следует учитывать, что в процессе эксплуатации портативных гаражей, автономных модулей происходит постепенное проникновение влаги во внутренние слои утеплителя, что влияет на теплотехнические характеристики. С учетом этого оценочная эквивалентная теплопроводность увеличится примерно на 20-30% и составит порядка $0,046 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, что также является вполне приемлемым значением в диапазоне теплоизоляционных материалов.

Выводы по главе 2

1. Для повышения эффективности конепроизводства необходимо механизировать следующие процессы – подвозку и раздачу корма, объезд пастбищ, бесперебойную транспортировку коневодов, своевременную доставку необходимых средств для ведения производственно-хозяйственной деятельности.

Ожидаемый эффект от механизации процессов табунного коневодства можно рассчитать по следующей формуле:

$$L = S_{\text{уг}} \cdot \frac{0,84 M_c}{1 \cdot \omega \cdot p}, \text{ гол.}$$

2. Для механизации табунного коневодства предлагается использовать трактор тягового класса 1,4 марки МТЗ-82.

3. В целях удешевления стоимости гаража для межсменной стоянки трактора МТЗ-82 в условиях децентрализованных конебаз рекомендуется применять автономные модули (АММСС), сооружаемые по принципу «портативных гаражей». В АММСС в качестве теплоотдающего устройства используется горелка, работающая на биогазовом топливе, получаемого из конского навоза и загружаемого в баллоны. Для исключения накопления продуктов сгорания от работы газового обогревателя предлагается в автономном модуле использовать мобильное теплообменно-вентиляционное устройство.

4. Факторы, воздействующие на эффективность АММСС подразделяются на: неуправляемые – температура окружающей среды, скорость ветра и влажность воздуха; частично управляемые – свойства защитного чехла и его технологические параметры; управляемые – энергонезависимость и температура внутри модуля.

5. Предлагается рассматривать нагретый двигатель трактора как дополнительный источник теплоты при его стоянке в АММСС. В этой связи разработана математическая модель, описывающая скорость течения тепловых процессов при охлаждении нагретого двигателя.

6. Обосновано применение материала, используемого в «портативных гаражах» в качестве теплоизоляционного чехла под автономный модуль для межсменной стоянки техники в зимних условиях Якутии.

ГЛАВА 3 МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Общая методика экспериментальных исследований

Программа исследований состоит из следующих этапов:

Этап 1: Проведение мониторинга температурного процесса для определения эффективности защитных чехлов при различных способах укрытия.

Этап 2: Результаты вычислительной реализации математической модели.

Этап 3: Проведение эксплуатационных испытаний автономного модуля.

Экспериментальные исследования проводились в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53790-2010 [44]. Мониторинг температурного процесса проведен на широко и повсеместно используемой в аграрном секторе Якутии марке автомобиля УАЗ-390945 «Фермер», при 5 различных способах укрытия: с защитным чехлом без теплоизоляции днища; с защитным чехлом и с теплоизоляционным днищем; с защитным чехлом, с каркасом и с теплоизоляционным днищем; с защитным чехлом, с каркасом без днища; без защитного чехла. В мониторинге температурных изменений картера двигателя используются датчики «Термохрон» [132].

3.2 Проведение эксплуатационных испытаний автономного модуля для межсменной стоянки сельскохозяйственной техники




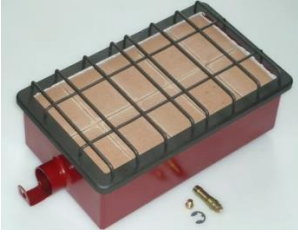

Пилотный автономный модуль для межсменной стоянки сельскохозяйственной техники (трактора Беларусь – 320 Ч4М) был изготовлен и установлен на территории конебазы ИП Ф.И. Охлопков, расположенной в децентрализованном уголье.



Рисунок 3.1 – Общий вид АММСС

АММСС включает в себя следующие оборудование и приборы, приведенные в таблице 3.1.

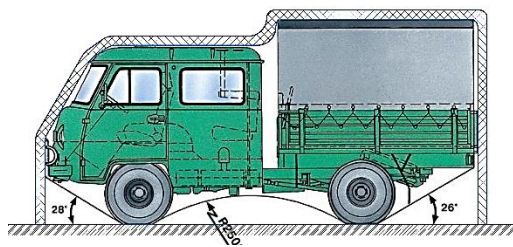
Таблица 3.1 – Перечень оборудования и приборов

№	Оборудование марка	Внешний вид	Технические характеристики
1	Баллон метановый (Первоуральский но- вотрубный завод)		Объем, л – 50; Диаметр цилиндра, мм – 219; Длина корпуса, мм – 1660; Вес, кг – 62,5
2	Редуктор кислород- ный БКО-50-12,5		Пропускная способность – 50 м ³ /ч Входное давление – 12,5 бар., Входное соединение – G3/4
3	Газовые шланги		Общая длина по необходимости.
4	Газовый обогрева- тель(горелка)		Мощность: 3,65 кВт Температура излучающей поверхно- сти: 800-900 °С Давление газа: 2940 Па Масса: 1 кг Расход газа: 0,35 л/ч Обогреваемый объем: 30 м Габаритные размеры: 224x107x94 мм
5	Мобильное теплооб- менно-вентиляцион- ное устройство		Индивидуальное
6	Переносное быстро- возводимое устрой- ство для установки защитного чехла АММСС		Индивидуальное
7	Защитный чехол под размер трактора		Индивидуальное

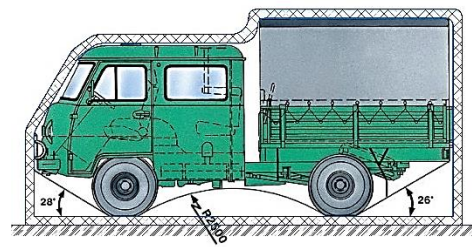
АММСС исследовался на содержание угарного газа при работе мобильного теплообменно-вентиляционного устройства (МТВУ) в двух режимах: без дымохода и с дымоходом. Замеры угарного газа проводились в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 16000-26-2015. Содержание монооксида углерода замерялось газоанализатором многокомпонентным МАГ-6 П-Т. Также был обследован МТВУ для оценки работы горелки с теплообменником. Измерения проводились портативным тепловизором FLIRE-60.

3.3 Проведение мониторинга температурного процесса для определения эффективности защитных чехлов при различных способах укрытия

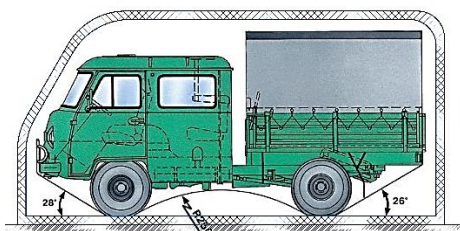
Экспериментальные исследования по мониторингу температурного процесса проведены на автомобиле марки «УАЗ-Фермер» при различных способах укрытия (рисунок 3.2а, б, в, г, д).



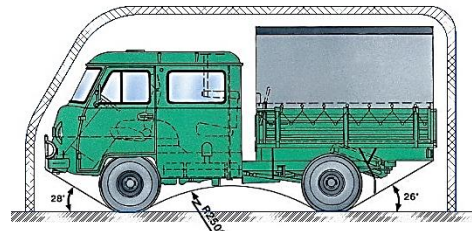
а) с защитным чехлом без теплоизоляции днища



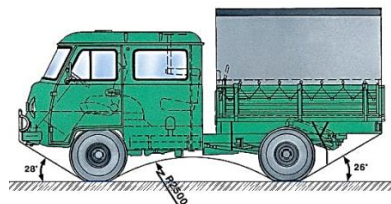
б) с защитным чехлом и с теплоизоляционным днищем



в) с защитным чехлом, с каркасом и с теплоизоляционным днищем



г) с защитным чехлом, с каркасом без днища



д) без защитного чехла

Рисунок 3.2 – Способы укрытия автомобиля

Для мониторинга температурного процесса картера двигателя применяются температурные датчики «Термохрон» (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Вид температурного датчика «Термохрон»

Датчик расположили на боковой поверхности картера двигателя (рисунок 3.4).

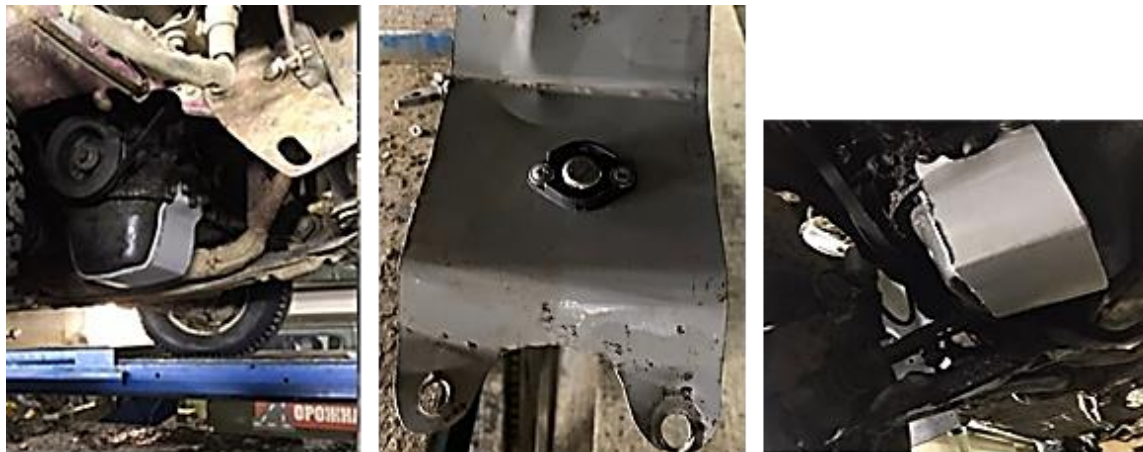


Рисунок 3.4 – Способы крепления температурных датчиков

3.4 Планирование и обработка результатов эксперимента

Для планирования и обработки результатов выбираются те значения факторов, которые свидетельствуют о достижении поставленной цели исследования, также способствующие решению всех задач исследования.

По описанной математической модели проведена вычислительная реализация. Процесс численного решения поставленной задачи состоял из следующих этапов:

- построение геометрии и генерация сетки;
- численная реализация с использованием библиотеки FEniCS;
- анализ полученных результатов.

Построение геометрической модели исследуемого объекта является одним из важнейших этапов вычислительного эксперимента. При построении геометрии той или иной задачи используются специальные программные продукты. Мы в свою очередь используем свободно-распространяемый генератор сеток Gmsh [141, 142, 143, 144, 145, 146], который позволяет строить простейшие геометрические модели и генерировать на них расчетную сетку. При проведении численного моделирования мы использовали библиотеку Fenics [144], позволяющую автоматически решать задачи, представленные дифференциальными уравнениями, методом конечных элементов. Эта библиотека с открытым исходным кодом позволяет проводить численные расчеты для различных инженерных и научных задач. Fenics упрощает решение линейных и нелинейных задач, поддерживает различные реализации линейной алгебры (например, Petsc, Trilinos, uBlas, MTL4), облегчает параллельные вычисления, предлагает множество типов конечных элементов (таких как разрывные методы Галеркина и векторные элементы) и поддерживает использование языков программирования C++ и Python [141, 142, 143, 145, 146].

ГЛАВА 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1 Результаты проведения мониторинга температурного процесса для определения эффективности защитных чехлов при различных способах укрытия

Исследования проводились в январе-феврале 2021 года при температуре окружающей среды ниже $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Интервал измерений был выставлен на каждые 10 мин. Графики температурного процесса при различных способах укрытия показаны на рисунках 4.1-4.5.

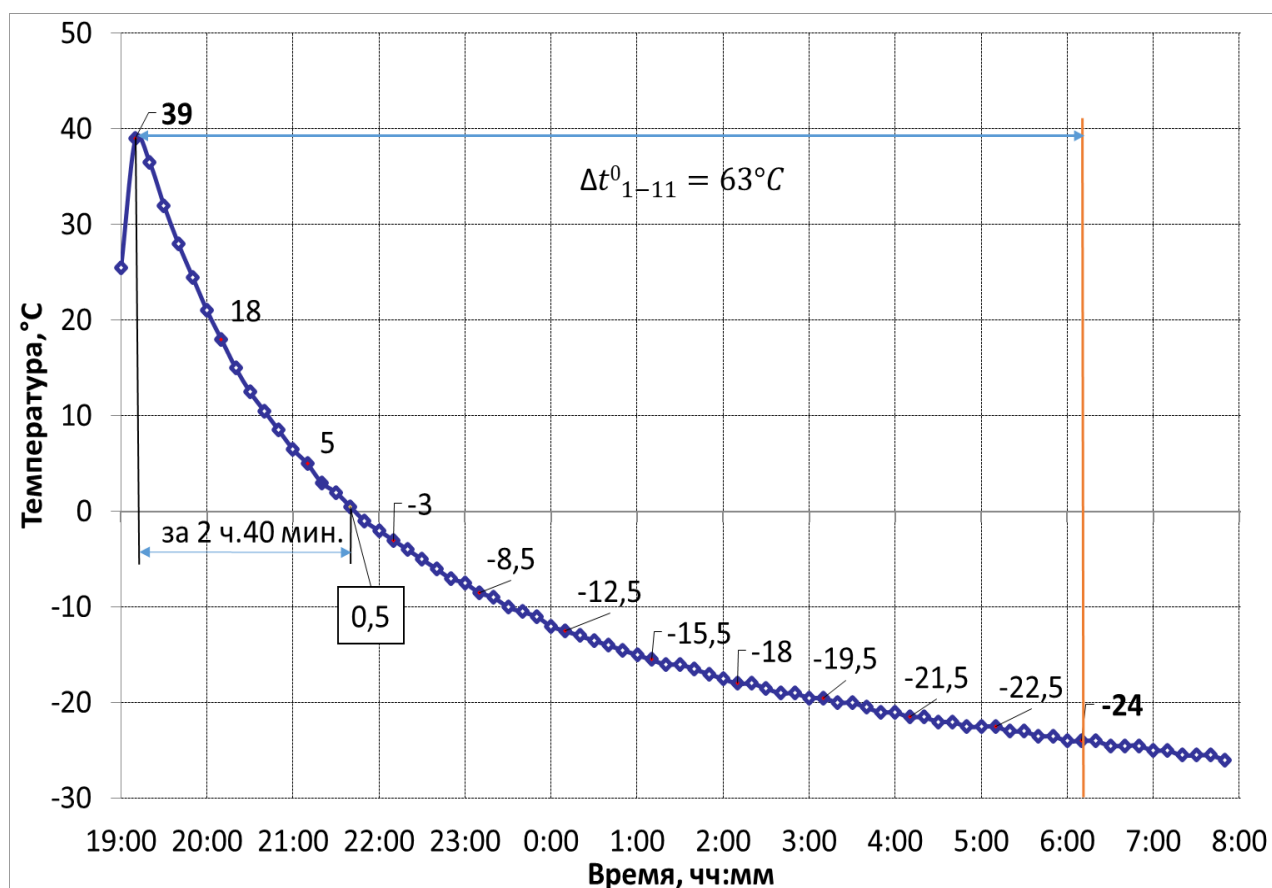


Рисунок 4.1 – График процесса изменения температуры картера двигателя при использовании защитного чехла без теплоизоляции днища

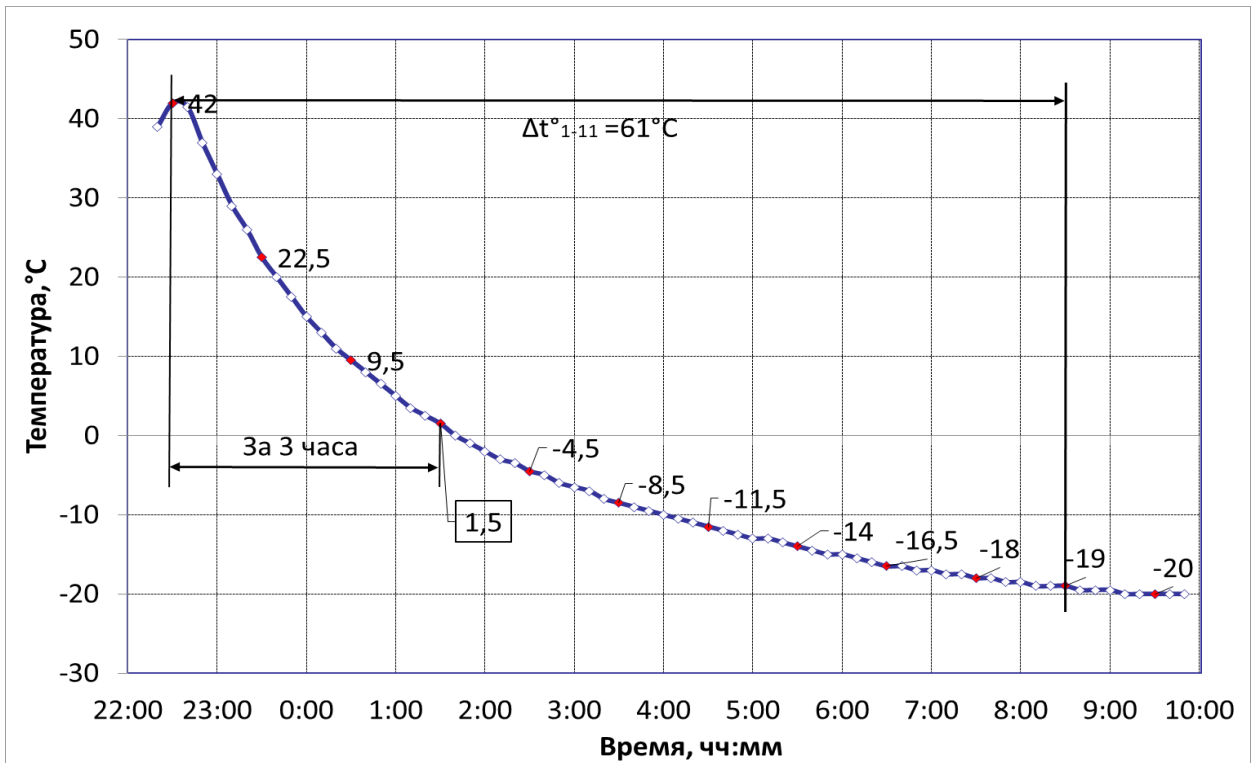


Рисунок 4.2 – График процесса изменения температуры картера двигателя при использовании защитного чехла и теплоизолированного днища

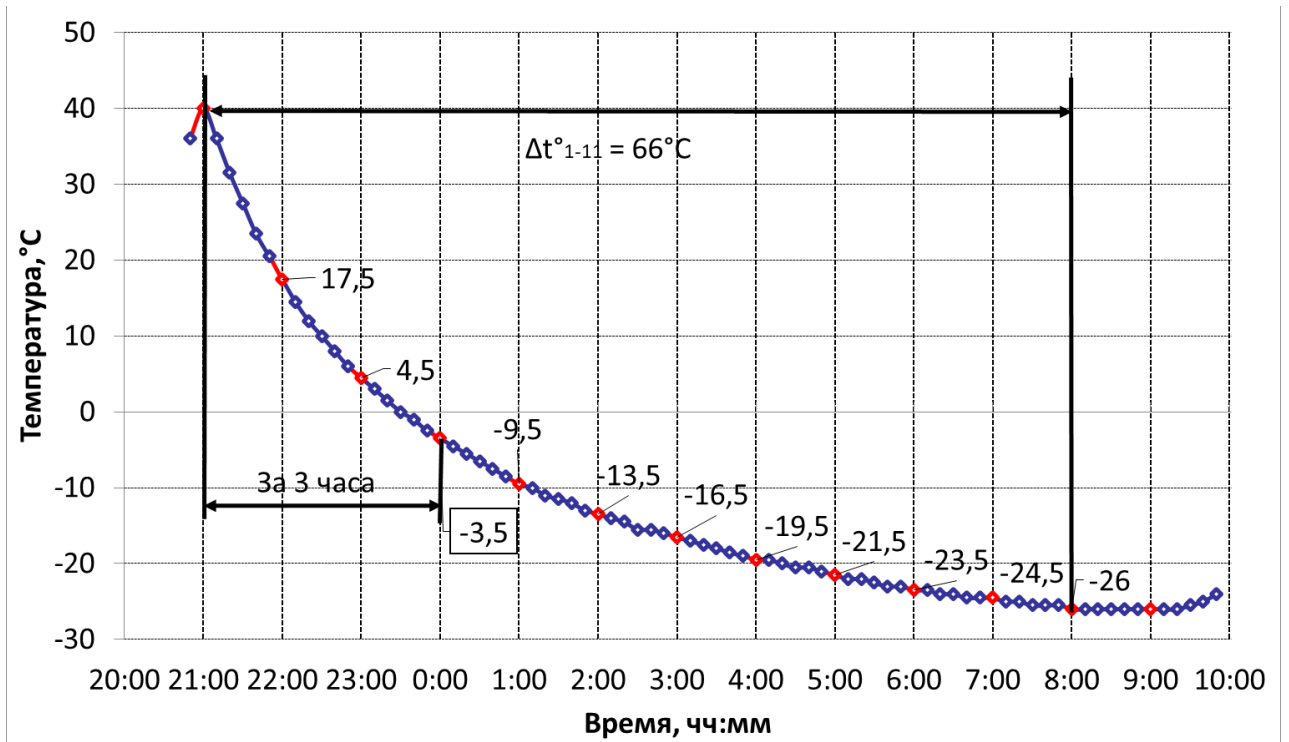


Рисунок 4.3 – График процесса изменения температуры картера двигателя при использовании защитного чехла, теплоизолированного днища и каркасной конструкции

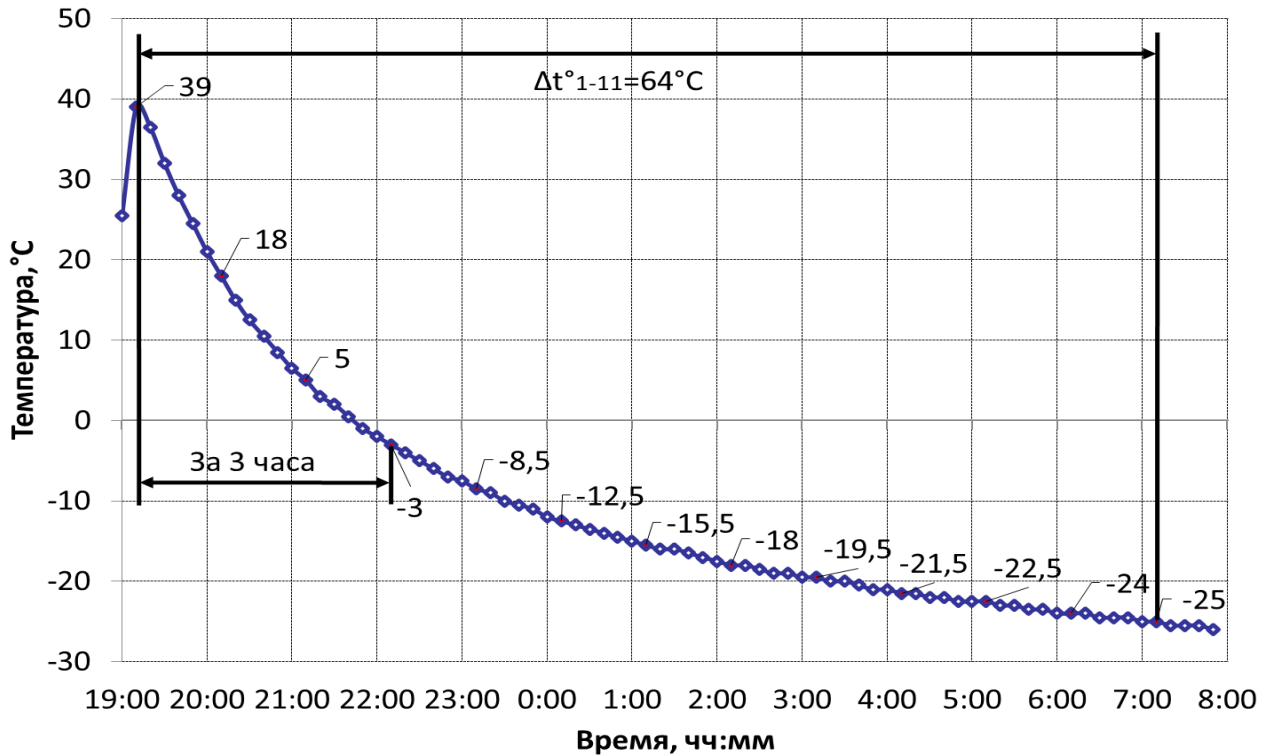


Рисунок 4.4 – График процесса изменения температуры картера двигателя при использовании защитного чехла и каркасной конструкции без теплоизолированного днища

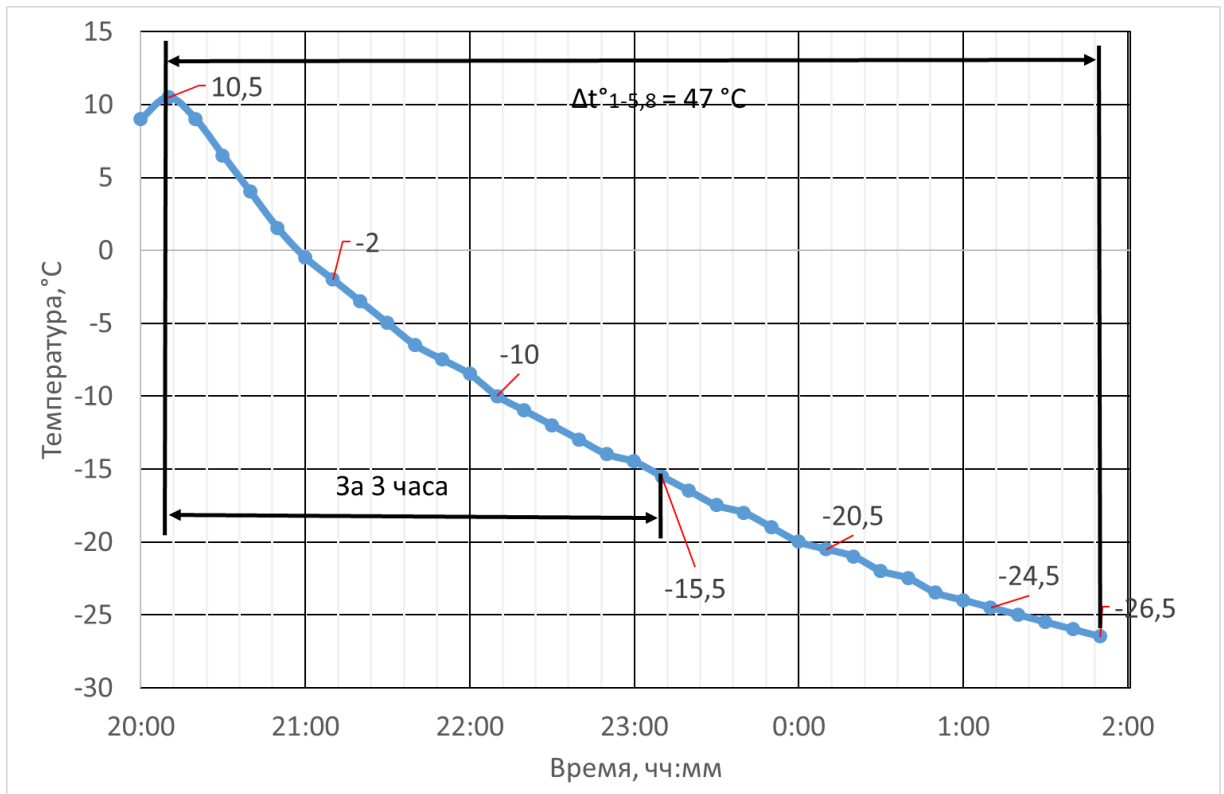


Рисунок 4.5 – График процесса изменения температуры картера двигателя без защитного чехла

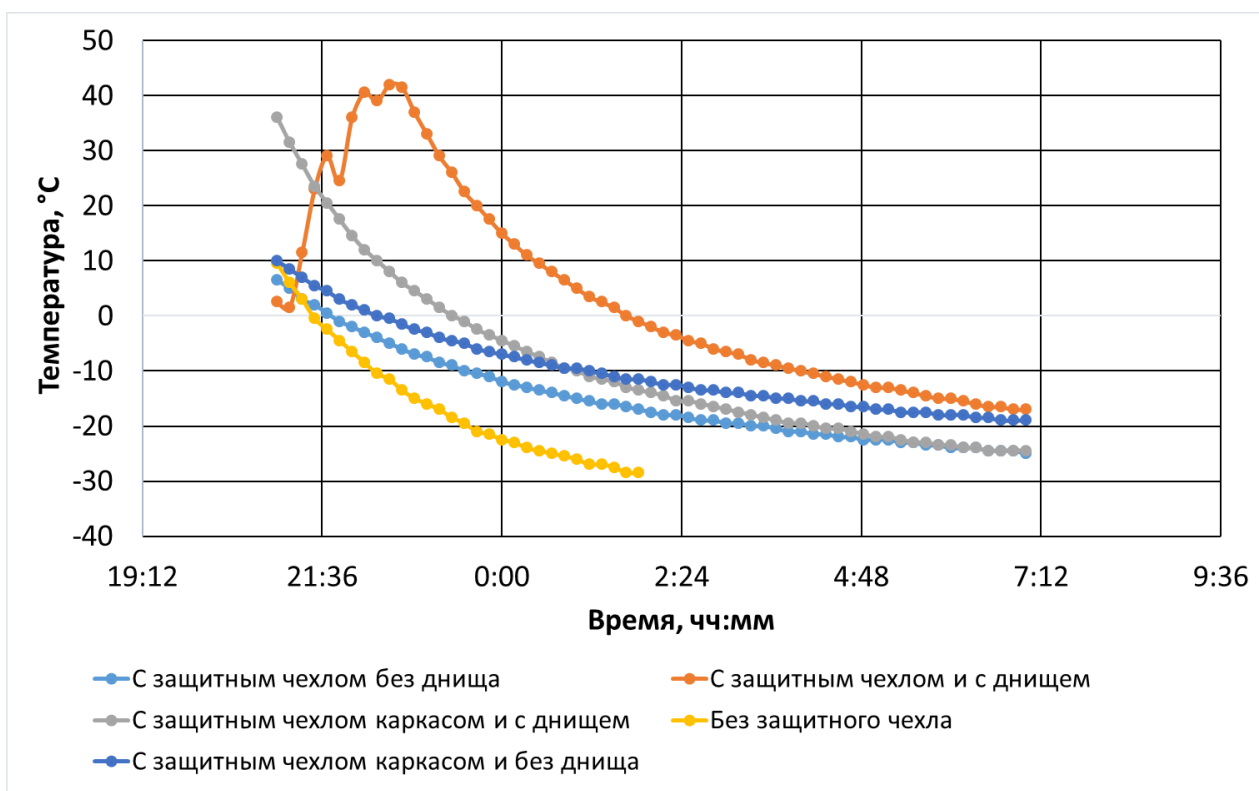


Рисунок 4.6 – Сводный график процесса изменения температуры от способа укрытия транспортного средства

Эксперименты показали, что после трехчасовой стоянки температура в контрольной точке снижается постепенно на протяжении 9 часов. Наибольшее изменение температуры с начала стоянки наблюдается, когда автомобиль стоит без теплоизоляционного материала – от плюс $9,5^{\circ}\text{C}$ до минус $26,5^{\circ}\text{C}$.

По результатам эксплуатационных испытаний наиболее эффективная эксплуатация достигается при использовании теплоизоляционного материала с днищем при температуре ниже -35°C .

Смазочные материалы в настоящее время разрабатываются специально для применения в холодную погоду. Однако, при длительной стоянке и хранении в условиях низких температур, возникает необходимость применения и других дополнительных теплоизоляционных устройств, которые не только улучшат способ безгаражного хранения автотракторной техники при холодных условиях, сохраняя их эксплуатационные качества, но и значительно уменьшат финансовые расходы.

4.2 Результаты вычислительной реализации разработанной математической модели

Двигатель по структуре является неоднородным, пронизан пустотами, заполненными газом и жидкостью. Поэтому для проведения исследований вводятся дополнительные упрощения и полагаем, что двигатель является псевдооднородным телом с условно постоянными теплофизическими характеристиками. Имея ввиду то, что, например, теплоемкость чугуна, масса которого является преобладающей, в интервале температур 0 до 100 °С остается величиной постоянной, теплоемкость блока двигателя (чугунного сплава) также остается постоянной. В своей работе Эртман [139] также пишет, что можно использовать допущения и рассмотреть двигатель как одно целое тело.

Результаты численного моделирования сравнили с фактическими данными. Сравнили теплотери двигателя трактора, когда он накрыт чехлом (рисунок 4.7) и без чехла (рисунок 4.8). Моделирование проводили с теми же коэффициентами, но, когда нет чехла, просто убирается коэффициент, отвечающий за защитный чехол. Моделируем процесс охлаждения на 300 минут, т.е. на 5 часов.

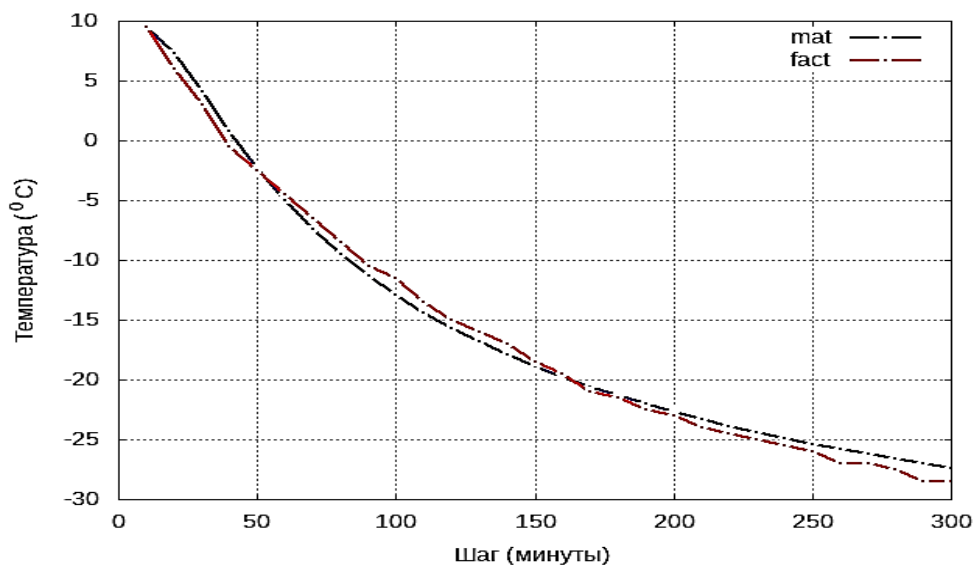


Рисунок 4.7– График изменения температуры двигателя по времени (без теплоизоляционного материала): красная линия – фактические данные (измеренные), синяя линия – результат моделирования

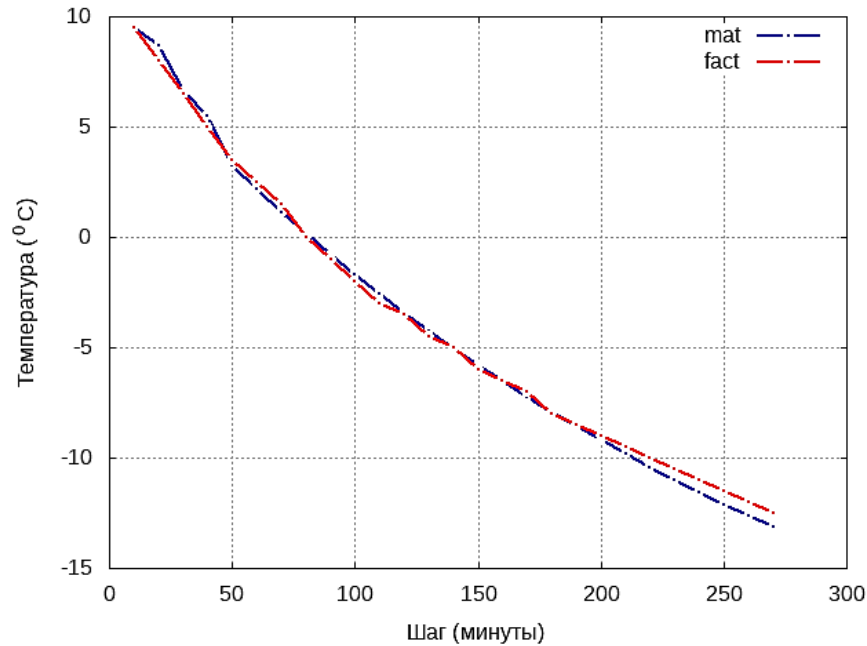


Рисунок 4.8 – График изменения температуры двигателя по времени, когда автомобиль укрыт теплоизоляционным материалом: синяя линия – фактические данные (измеренные), красная линия – результат моделирования

Фрагменты произведения и схема-листинг программы для ЭВМ «Вычислительная библиотека для численного прогнозирования охлаждения картера двигателя» представлены в приложении Ё.

На основе полученной математической модели разработана программа для прогнозирования процесса охлаждения картера двигателя (рисунок 4.9).

Параметр	Значение
Часы	20
Минуты	30
Начальная температура	43,3
Температура окр. среды	-23
Площадь поверхности	0,74
Теплоемкость агрегата	1,67
Масса	4,7
Коэф. неравномерного распределения	1
Коэф. теплоотдачи поверхности	0,053

Рисунок 4.9 – Вид программы для прогнозирования охлаждения картера двигателя

При верификации описанная математическая модель на основе уравнения теплопроводности, описывающего тепловой режим двигателя, с поставленной задачей по распределению температуры в заданных областях при вычислительной реализации, с известными значениями коэффициентов, показала совпадение с фактическими экспериментально проведенными данными, что подтверждает адекватность проведенных исследований. Максимальная погрешность практических опытов от теоретических не превышает 5%. Результаты представлены на рисунке 4.10.

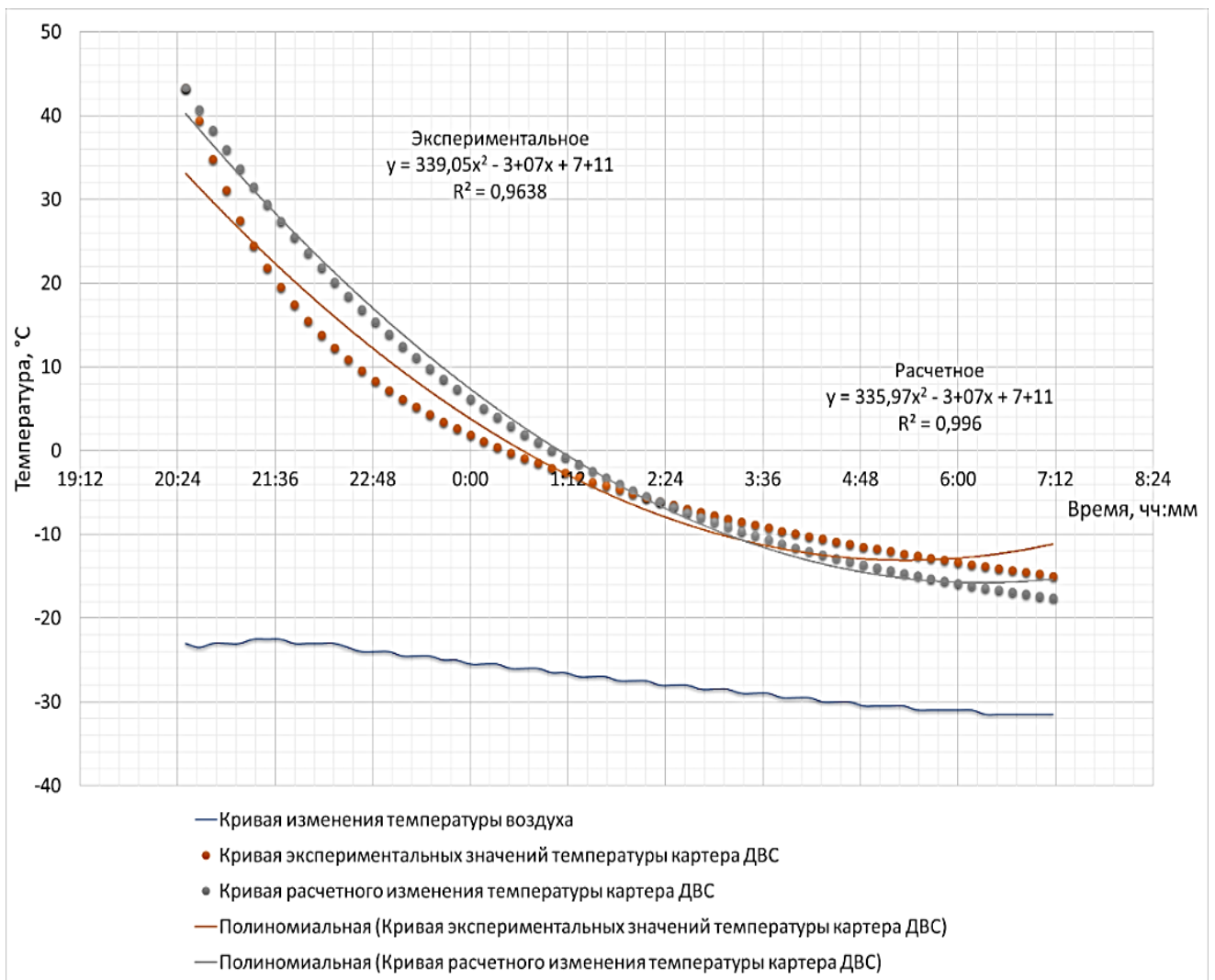


Рисунок 4.10 – График верификации теоретических и экспериментальных результатов

4.3 Описание конструкции переносного быстровозводимого устройства для установки теплоизоляционного чехла АММСС

Устройство относится к транспортированию и хранению и, преимущественно, может быть использовано для дооснащения сельскохозяйственного или специального транспортного средства быстровозводимым каркасным защитным устройством с использованием теплоизоляционного (тканевого утепленного) чехла.

Для сохранения температурного режима транспортного средства в зимних условиях широко используют тканевые утепленные чехлы (тенты) типа «переносной гараж».

Подобная практика также распространена для защиты сельскохозяйственной и специальной техники при длительной стоянке в полевых условиях, для чего сооружают ангары в виде каркасной конструкции, на которые надевают тканевые чехлы, представляющие собой оболочку, например, с двумя стенками, выполненными из плотных водо- и ветронепроницаемых материалов, например, типа «Оксфорд». Стенки оболочки выполнены трехслойными, при этом внутри размещен промежуточный слой из объемного утепляющего материала, насквозь соединенного со стенками оболочки путем прошивки ниточными строчками. Зачастую оболочка выполнена как единая целая, облегающей формы по профилю транспортного средства [5].

При этом подобные каркасные ангары не мобильны, конструктивно крупногабаритные, что создает существенные сложности при переноске и хранении устройства. Данный вопрос особенно актуален для использования в пересеченной местности и в регионах со сложными климатогеографическими условиями. Известно, что вынужденные простои транспортного средства в условиях воздействия экстремальных отрицательных температур могут быть смертельно опасны для водителя и пассажиров, потому устранение причин остановки должно быть выполнено в кратчайшие сроки.

Технический результат, получаемый при использовании устройства, выражается в получении устройства с быстровозводимым каркасом для установки тканевого защитного чехла с контейнером для перевозки и хранения, исключает открытый доступ. При этом устройство отличается простотой конструкции и легкостью при монтаже - демонтаже. Кроме того, в рабочем состоянии каркас позволяет создавать достаточное внутреннее пространство между защитным чехлом и транспортным средством для удобства выполнения ремонтно-обслуживающих работ во время стоянки.

Переносное быстровозводимое устройство для установки защитного чехла транспортного средства, содержащее сборно-разборный каркас и контейнер для хранения и перевозки разобранных элементов и соединительных элементов каркаса, устанавливаемый на крыше транспортного средства, отличается тем, что контейнер состоит из основания и двух боковых полостей в виде прямоугольных параллелепипедов, в каждом из которых внешние поперечные и продольная боковины выполнены в виде поворотных створок и установлены на шарнирных петлях, кроме того, контейнер снабжен, по меньшей мере, четырьмя поворотными опорами, установленными по внешним углам и вдоль внешних стенок полостей, предназначенных для соединения с элементами каркаса при его установке. Кроме того, между боковыми полостями по середине контейнера образован дополнительный багажный отсек.

Пользователи тканевых защитных чехлов испытывают значительные неудобства в моменты установки и снятия чехлов по причине некоторой громоздкости и немалого веса изделия. Процесс установки значительно усложняется при использовании чехла для крупногабаритного транспортного средства сельскохозяйственного или специального назначения. Кроме того, подобные устройства не снабжены механизмами, исключающими свободный снос при сильных ветрах или доступ посторонних лиц.

Конструкция устройства переносного быстровозводимого устройства для перевозки и установки защитного чехла транспортного средства показана на рисунке 4.11.

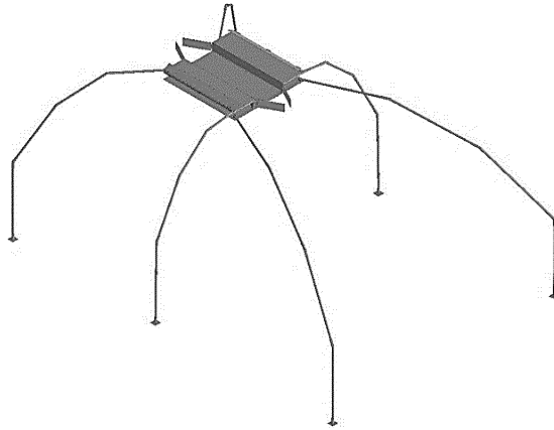


Рисунок 4.11 – Каркас в рабочем состоянии

Устройство включает контейнер, устанавливаемый, например, на крыше кузова транспортного средства, с полостями для размещения в них элементов каркаса и, по меньшей мере, четырьмя поворотными опорами для соединения с элементами каркаса, размещенными по углам контейнера, а также сборный металлический каркас, состоящий из отдельных профильных элементов (трубных звеньев), соединяемых между собой известными способами, например, посредством соединительных хомутов

Контейнер предназначен для хранения элементов каркаса в разобранном состоянии и непосредственно для установки каркаса. Может быть изготовлен из металлических пластин или прочных видов древесных плит, например, из бакелизированной фанеры. Устройство контейнера состоит из горизонтальной основы, на которой по краям закреплены в продольном направлении две полости в виде прямоугольного параллелепипеда, в котором три боковые внешние грани соединены на шарнирных петлях, причем продольная боковина с возможностью открывания в верх, две поперечные боковины – во внешние стороны. Горизонтальная основа может быть выполнена в виде плоской или сетчатой пластины, или состоять, по меньшей мере, из двух поперечных направляющих балок. Основа с полостями устанавливается на крыше транспортного средства, например, на специальных опорах или рейках. Между боковыми полостями контейнера может быть образована открытая полость, которая используется, например, для перевозки грузов или защитного чехла.

Для установки каркаса контейнер снабжен, по меньшей мере, четырьмя поворотными опорами, установленными по внешним углам полостей. Поворот опор осуществляется в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Для усиления каркаса по бокам контейнера могут быть дополнительно приварены поворотные опоры для сооружения дополнительных боковых элементов каркаса.

Каркас состоит из сборных металлических элементов (например, стальные или алюминиевые): верхних направляющих, боковых продольных и поперечных балок и стоек с опорами. Каждый из элементов может состоять из отдельных звеньев, соединяемых при сборке, для чего, могут быть снабжены фиксаторами известной конструкции, например, хомутами, закладными и др. Элементы каркаса при установке также соединяются на угловые хомуты или закладные. Соединительные элементы должны быть изготовлены из прочного и морозостойкого материала (металла или пластика). Стойки могут иметь регулируемую длину посредством, например, выдвижной опоры известной конструкции. Кроме того, элементы каркаса могут быть снабжены креплениями (крючками) для фиксирования защитного чехла изнутри, что предотвращает возможные утери в результате сноса ветром или кражи.

Угловой соединительный элемент между соединяемыми деталями может иметь регулируемое или постоянное угловое значение, например, между верхним направляющим и стойкой в пределах 100-1300 мм, между верхним направляющим и боковой балкой – в пределах 30-700 мм.

Порядок установки и использования быстровозводимого устройства каркаса выглядит следующим образом.

Для использования устройства необходимо, чтобы транспортное средство было снабжено, например, рейками, либо рейлингами с поперечными дугами.

При помощи фиксирующих скоб или иных крепежей известной конструкции на рейки устанавливают основание контейнера. Отодвигая боковины полостей контейнера, внутрь размещают разобранные звенья каркаса и соединительные элементы. После возвращают боковины в исходное место и надежно их фиксируют.

Таким образом, переносное быстровозводимое устройство подготовлено для использования.

При использовании устройства, например, в случае вынужденного простоя в результате поломки транспортного средства в зимнее время водитель может оперативно установить каркас с защитным чехлом и сохранить температурный режим длительное время. Для этого, площадку вокруг транспортного средства зачищают от снега или иных предметов, которые могут препятствовать надежной установке каркаса с защитным чехлом. Из контейнера вынимают элементы каркаса и соединительные элементы. Рекомендуется поочередная сборка элементов каркаса, начиная с любой стороны. Для начала в поворотную опору вставляют и фиксируют верхнюю направляющую (например, предварительно собранную из отдельных звеньев), с другой стороны которой устанавливают угловой соединительный элемент. Далее в этот соединительный элемент вставляют стойку с опорой (например, предварительно собранную из отдельных звеньев). Высоту элемента каркаса регулируют путем выдвижения опоры стойки. Аналогичным образом собирают остальные элементы каркаса, количество которых может быть от четырех и более. В завершении в угловой элемент вставляют и фиксируют продольные и поперечные боковые элементы каркаса (например, предварительно собранные из отдельных звеньев).

На собранный каркас накрывают защитный чехол и надежно его фиксируют изнутри на крючки в элементах каркаса, например, на петли.

За счет использования каркаса внутри создается достаточное пространство между защитным чехлом и транспортным средством, что удобно для выполнения ремонтно-обслуживающих работ и/или расположения пассажиров. Водитель может дополнительно подключить осветительные приборы и обогреватель, действующие, например, на автономном питании. С наружной стороны чехол может быть дополнительно снабжен светоотражающими элементами, мигающими маячками и другими вспомогательными устройствами, необходимыми для спасения людей в экстремальных условиях.

Таким образом, использование переносного быстровозводимого устройства позволяет надежно и безопасно перевозить и хранить элементы каркаса, быстрым и несложным путем устанавливать тканевый защитный чехол на крупногабаритное транспортное средство, в т.ч. в условиях воздействия экстремальных температур. При этом устройство отличается простотой конструкции и легкостью при монтаже – демонтаже. Созданное посредством каркаса пространство между защитным чехлом и транспортным средством достаточно удобно для выполнения ремонтно-обслуживающих работ и/или расположения пассажиров. На данное устройство получен патент на полезную модель № 213048 (см. приложение А).

4.4 Описание конструкции мобильного теплообменно-вентиляционного устройства

МТВУ относится к транспортированию и хранению и, преимущественно, может быть использовано как мобильное теплообменно-вентиляционное устройство для газовых обогревателей инфракрасного излучения, используемых в качестве отопления в быстровозводимых помещениях для длительной стоянки автотракторной техники в полевых условиях при экстремально низких температурах, а также исключает накопление продуктов сгорания от работы газового обогревателя внутри замкнутого контура.

Обогреватель газовый инфракрасного излучения ГИИ-3,65 применяется в промышленных, коммунальных сельскохозяйственных предприятиях с естественной вентиляцией, температура излучающей поверхности, 800-900 °С [62].

Как показывают многочисленные исследования, содержание СО в продуктах сгорания при сжигании газа в ГИИ, работающих в расчетном режиме, не превышает 0,01-0,02%, а содержание NO_x – 40-50 мг/м. С этой точки зрения ГИИ являются газогорелочными устройствами с максимальной полнотой сжигания топлива и минимальной эмиссией оксидов азота [107, 113].

Газовый обогреватель (горелка), встроенный в мобильное устройство, работает на альтернативном топливе – биогазе в баллонах, получаемом из конского навоза. Перспективность использования биогаза в малых крестьянско-фермерских хозяйствах отражена во многих работах в том числе и В.П. Друзьяновой И.А. Савватеевой [62, 116].

Задачей устройства являются повышение эффективности работы газового обогревателя, исключение накопления продуктов сгорания от работы в замкнутом контуре и мобильность.

Технический результат, получаемый при использовании, выражается в получении мобильного теплообменно-вентиляционного устройства, позволяющего выполнять функцию отопительной плиты, конструкция которой представляет 3-х слойный плоский теплообменник с вентиляционным каналом и корпус. Эффективность вентиляции обеспечивается за счет встроенного дымохода с гофрированной трубой, исключающего попадание продуктов сгорания внутри замкнутого контура. Корпус устройства выполнен в виде саней с откидной «ручкой-ключом». Для безопасной транспортировки имеются откидные крышки, которые закрываются, затем закрепляются ручкой – ключом.

При этом устройство отличается простотой конструкции, легкостью при монтаже – демонтаже и обладает достаточной многофункциональностью.

Мобильное теплообменно-вентиляционное устройство, содержащее каркасный корпус из металлопрофилей и теплообменно-вентиляционную плиту из стальных листов, отличается тем, что каркас в виде саней состоит из трех частей – основания, двух откидных крышек и откидной ручки-замка, соединенных, по меньшей мере, на пяти шарнирных петлях, расположенных в боковой и передней частях основного корпуса, формирующих при этом функцию защитного щитка и ручки-замка. Кроме того, на боковой части корпуса расположено техническое отверстие с раздвижной крышкой. Теплообменно-вентиляционная плита содержит три параллельно расположенных листа, соединенных между собой кольцевыми трубами, обеспечивающими зазоры между листами для естественной вентиляции отработанных продуктов газового обогревателя, эффективность которого обеспечивается за счет дымохода, встроенного на верхней плите с регулируемой заслонкой и гофрированной трубой. Кроме того, теплообменно-вентиляционная плита снизу имеет

шахту под размер корпуса газового обогревателя с разъемом для розжига. Кроме того, теплообменно-вентиляционная плита легко снимается от основного корпуса устройства.

Устройство мобильного теплообменно-вентиляционного устройства показано на рисунке 4.12.

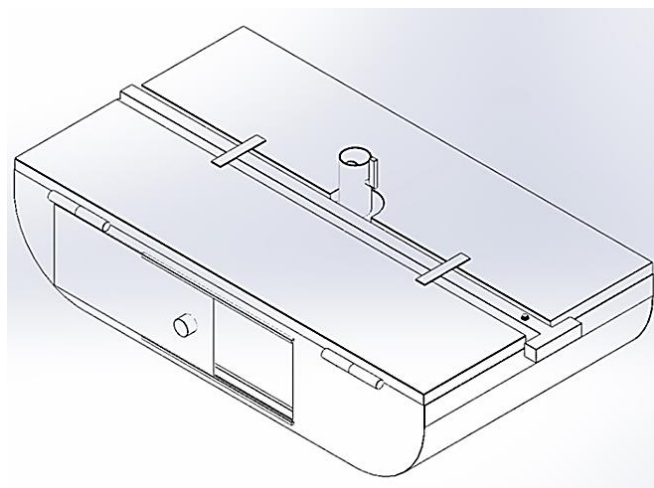


Рисунок 4.12 – Общий вид МТВУ в закрытом виде

На рисунке 4.13 представлен общий вид устройства в открытом состоянии:

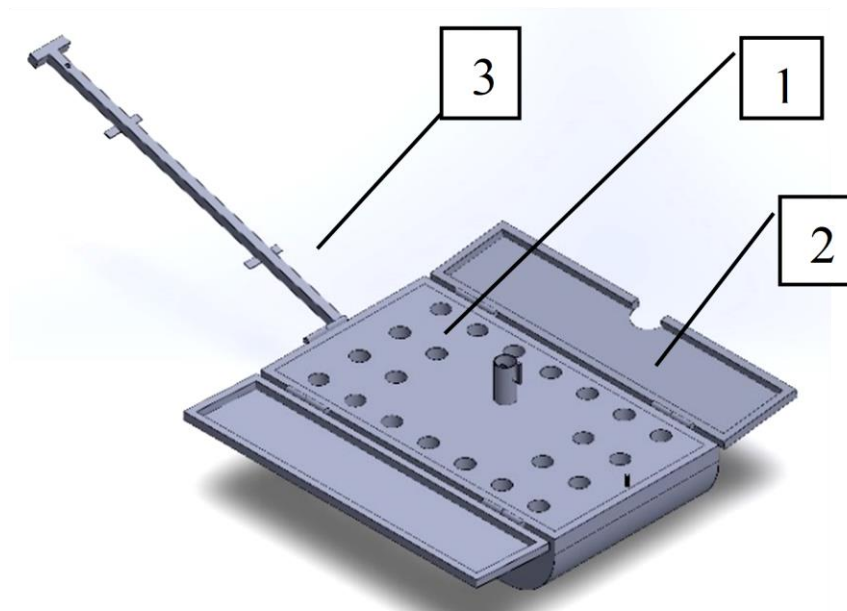


Рисунок 4.13 – Общий вид устройства в открытом состоянии:

1 – теплообменно-вентиляционная плита; 2 – откидная защитная крышка;
3 – ручка-замок

Общий вид корпуса МТВУ с установленным газовым обогревателем показан на рисунке 4.14:

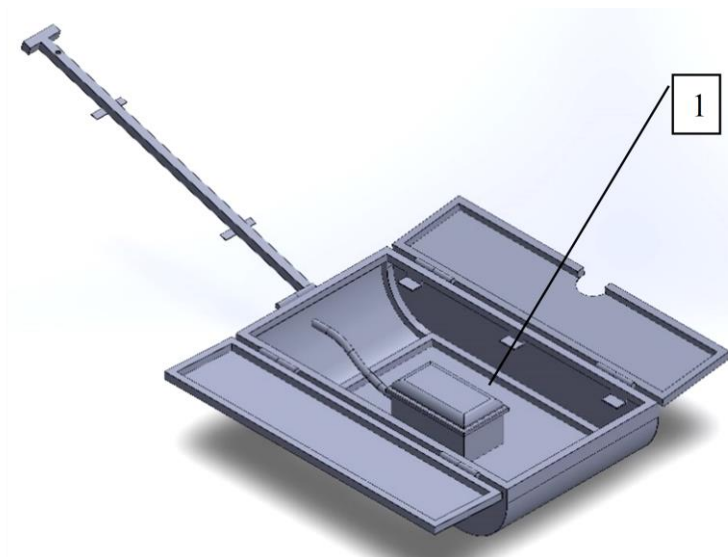


Рисунок 4.14 – Общий вид корпуса МТВУ с установленным газовым обогревателем: 1 – установленный газовый обогреватель.

На рисунке 4.15 представлена теплообменно-вентиляционная плита (вид сверху и вид сбоку в разрезе).

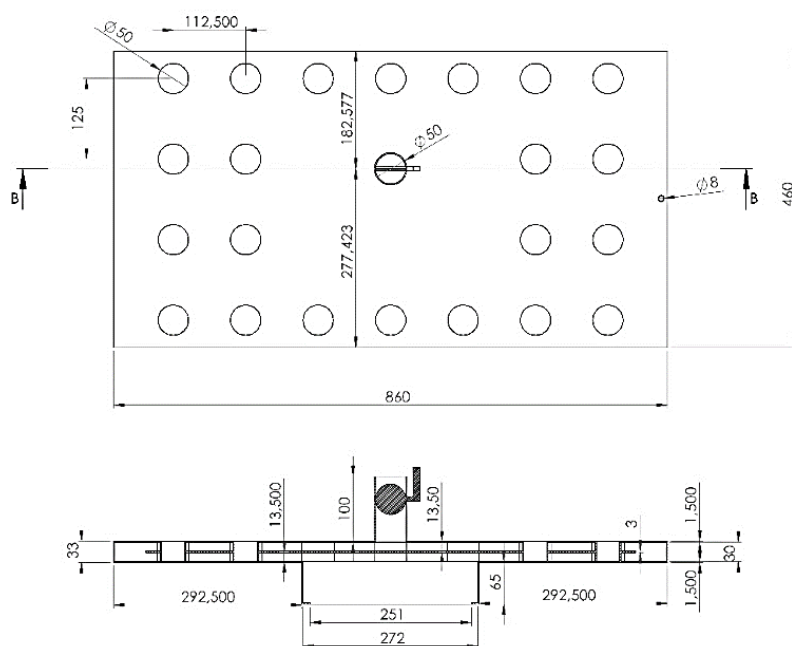


Рисунок 4.15 – Теплообменно-вентиляционная плита (вид сверху и вид сбоку в разрезе)

Разрез корпуса с теплообменно-вентиляционной плитой и газовым обогревателем, установленного над шахтой плиты, показан на рисунке 4.16:

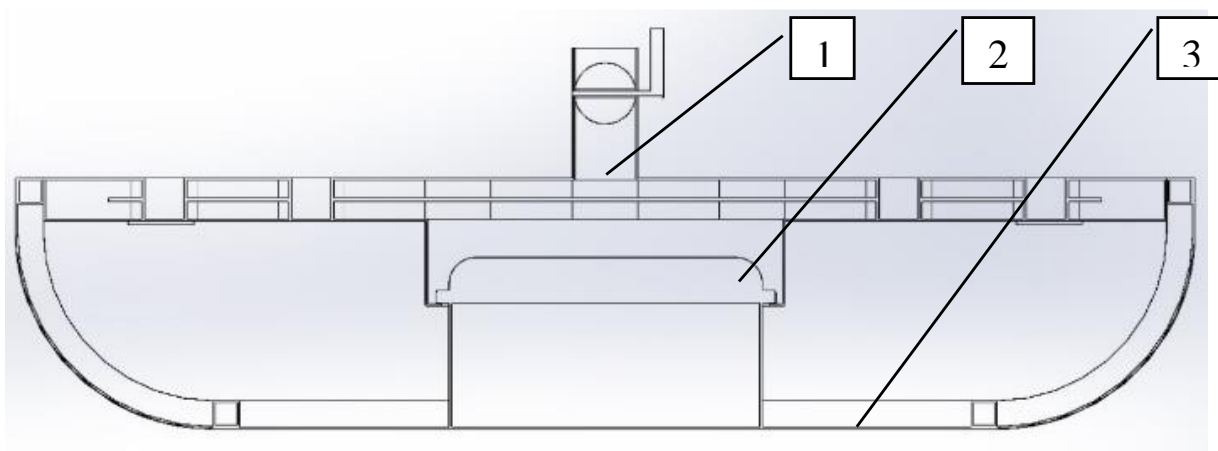


Рисунок 4.16 – Разрез корпуса с теплообменно-вентиляционной плитой и газовым обогревателем:

1 – дымоход с регулируемой заслонкой; 2 – шахта по газовую горелку; 3 – корпус МТВУ в виде саней

Мобильное теплообменно-вентиляционное устройство выполнено из металлопрофилей и стального листа, состоит из каркасного корпуса в виде саней и теплообменно-вентиляционной плиты. Каркас состоит трех частей – основания в виде саней, двух откидных крышек и откидной ручки-замка, соединенных на пяти шарнирных петлях. На боковой части корпуса расположено техническое отверстие с раздвижной крышкой.

Теплообменно-вентиляционная плита содержит три параллельно расположенных листа, соединенных между собой кольцевыми трубами, обеспечивающими зазоры между плитами для естественной вентиляции отработанных продуктов газового обогревателя, эффективность которого обеспечивается за счет дымохода, встроенного на верхней плите с регулируемой заслонкой и гофрированной трубой. Кроме того, теплообменно-вентиляционная плита снизу имеет шахту под размер корпуса газового обогревателя с разъемом для розжига.

Порядок установки и использования мобильного теплообменно-вентиляционного устройства выглядит следующим образом.

Для использования устройства необходимо открутить болтовой замок откидной ручки, открыть откидные крышки. Затем соединить шланг биогаза к газовому обогревателю. Через техническое отверстие корпуса произвести розжиг через разъем шахты. И установить под автотракторное средство, находящееся внутри помещения легкой конструкции.

На собранное устройство по середине размещается тканевый защитный чехол в собранном (скрученном) виде.

Использование мобильного теплообменно-вентиляционного устройства позволяет быстрым и несложным путем установить под автотракторное средство.

Таким образом, увеличивается эффективность теплоотдачи газового обогревателя, также исключается накопление продуктов сгорания внутри замкнутого контура, что выражается в простоте конструкции, легкости при монтаже – демонтаже и мобильности. На данное устройство получен патент на полезную модель № 214464 (см. приложение А).

4.5 Результаты эксплуатационных испытаний автономного модуля для межсменной стоянки сельскохозяйственной техники

Эксплуатационные испытания пилотного АММСС проводились на базе трактора Беларус 320 Ч40М.



а)



б)

Рисунок 4.17 – Экспериментальный АММСС: а – АММСС в собранном виде на крыше трактора; б – АММСС в развернутом виде с защитным чехлом

Портативный газоанализатор с проб отборной трубкой был установлен внутри защитного чехла согласно ГОСТУ на высоте 1,50 м от пола и на расстоянии по крайней мере 1-2 м от стен.

Интервал замеров составлял 30 секунд в течении 30 минут. При этом МТВУ работал в двух режимах: без дымохода и с дымоходом.



а)



б)

Рисунок 4.18 – Работа МТВУ внутри АММС в двух режимах: а – без дымохода; б – с дымоходом.

После проведения экспериментов сохраненные данные обрабатывались на специализированной программе EksisVisualLab 4.11.1. Результаты полученных данных представлены на рисунках 4.19, 4.20:



Рисунок 4.19 – Мониторинг выброса монооксида углерода из МТВУ без дымохода

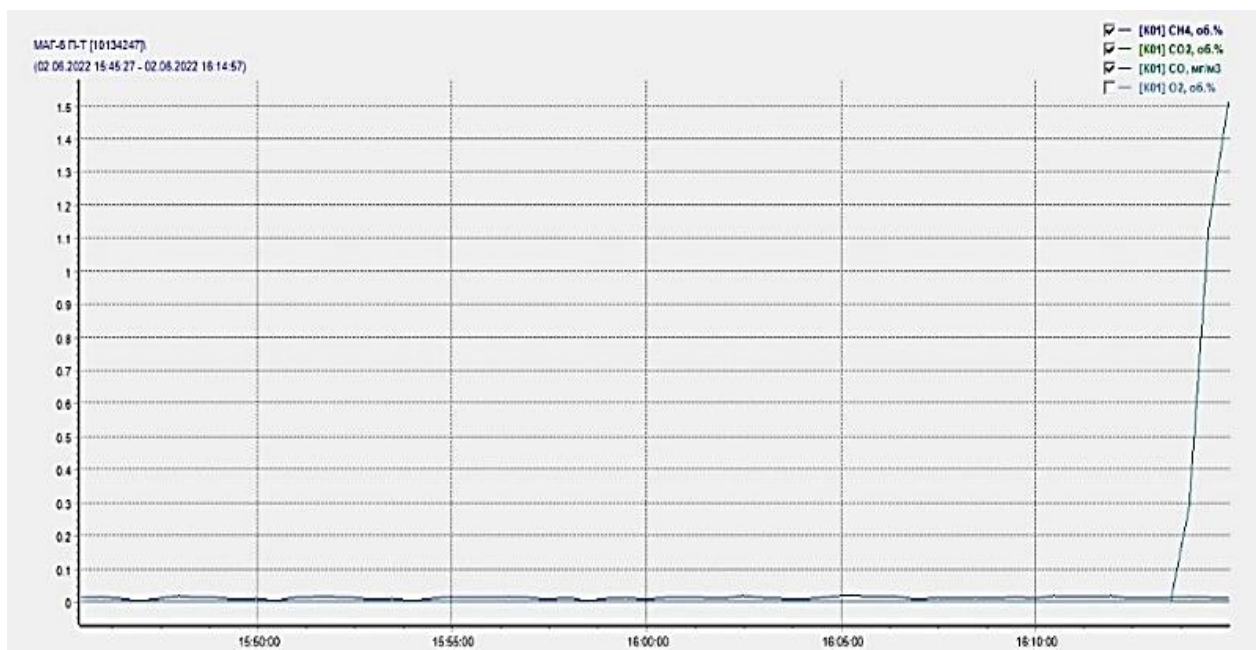


Рисунок 4.20 – Мониторинг выброса монооксида углерода из МТВУ с дымоходом

Применение дымохода в МТВУ полностью исключает накопление угарного газа внутри АММСС. Соответственно, вентиляция обеспечивается.

Запущена горелка, подключенная к баллону с биогазом и проведена оценка её теплоотдачи. Измерения сняты после прогрева горелки портативным тепловизором FLIR E60. Результаты представлены на рисунке 4.21.

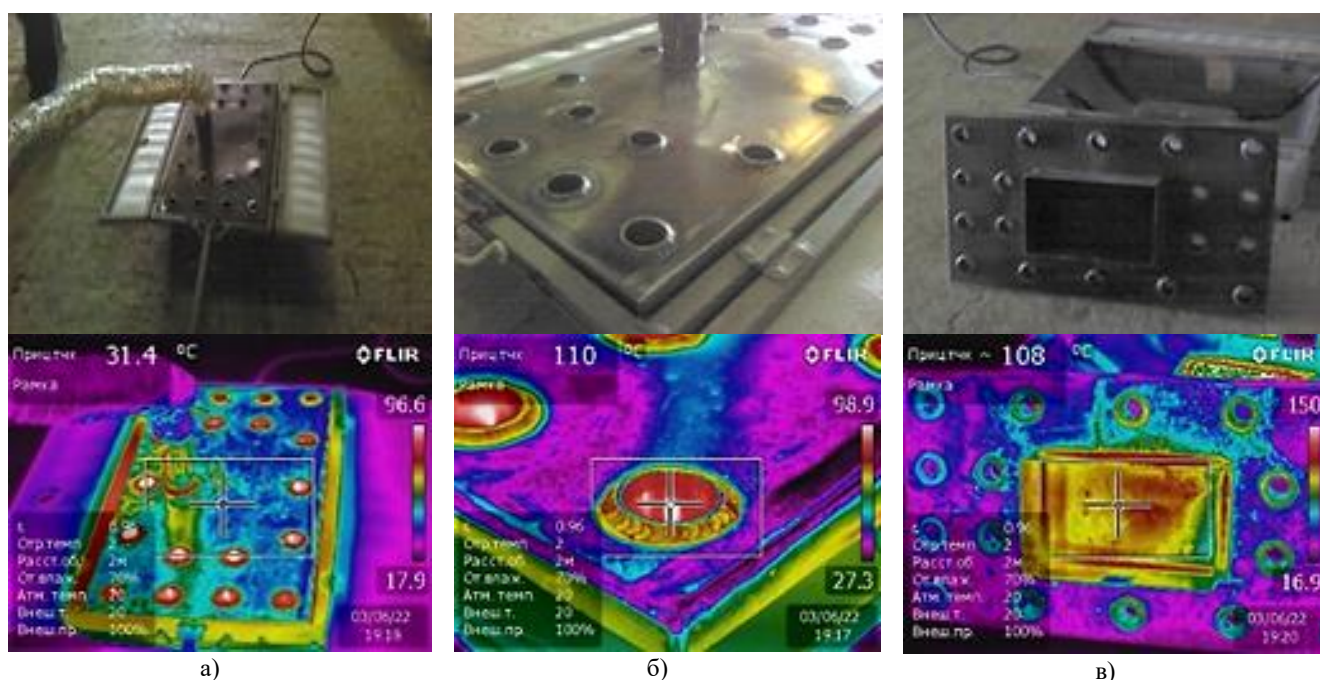


Рисунок 4.21 – Процесс нагрева узлов МТВУ от биогазового топлива: а) – плиты; б) – отверстий плиты; в)–внутренней пластины

Результаты тепловизионной съемки подтверждают эффективность теплоотдачи МТВУ.

В зимний период были проведены исследования по определению темпа нагрева АММСС от работы МТВУ. Средняя температура в январе составляла -50 °С. Результаты представлены на рисунке 4.22.

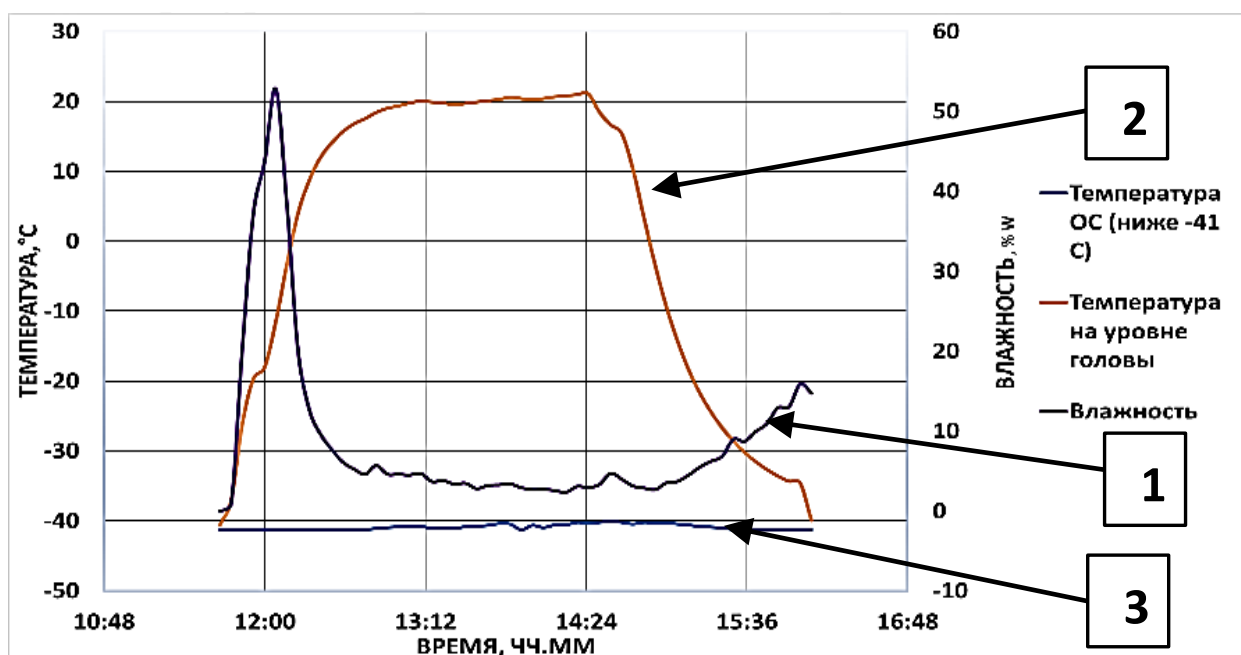


Рисунок 4.22 – График темпа нагрева АММСС от работы МТВУ:

1– изменения влажности внутри АММСС; 2 – изменения температуры внутри АММСС; 3 – изменение температуры окружающей среды (ниже -41 °С)

Полученные результаты проведенных экспериментальных исследований при температуре окружающего воздуха -50 °С показали, что оптимальная температура в 20 °С в АММСС устанавливается за 1 час 25 мин.

Выводы по главе 4

АММСС включает следующий перечень оборудования: переносное быстро-возводимое устройство для укрытия защитным чехлом транспортного средства; метановый баллон в 50 л, мобильное теплообменно-вентиляционное устройство с горелкой ГИИ -3,65.

При эквиваленте биогаза природному газу в соотношении 1:0,6 для бесперебойной работы горелки необходимо $3,8 \text{ м}^3$ биогаза в сутки. В 50-литровый баллон под давлением 15-16 МПа загружается 9 м^3 биогаза, чего хватит на 2-ое суток. Соответственно, на 240 суток фермеру необходимо запастись 120-тью 50-литровыми баллонами с горючим биогазом, что соответствует 1300 м^3 биогаза.

1. Эксперименты показали, что после трехчасовой стоянки температура в контрольной точке ДВС машины снижается постепенно на протяжении 9 часов. Наибольшее изменение температуры с начала стоянки наблюдается, когда машина стоит без теплоизоляционного материала – от плюс $9,5 \text{ }^\circ\text{C}$ до минус $28,5 \text{ }^\circ\text{C}$. По результатам эксплуатационных испытаний наиболее эффективная эксплуатация достигается при температуре ниже $-35 \text{ }^\circ\text{C}$, когда АММСС устанавливается на утепленную площадку.

2. Математическая модель с использованием метода конечных элементов позволяет прогнозировать охлаждение картера двигателя при использовании автономного модуля стоянки.

3. Обоснована эффективность разработанного мобильного теплообменно-вентиляционного устройства (МТВУ), работающего на биогазовом топливе. Применение дымохода в МТВУ полностью исключает накопление угарного газа внутри АММСС. При температуре окружающего воздуха $-50 \text{ }^\circ\text{C}$ оптимальная температура в $12 \text{ }^\circ\text{C}$ в АММСС устанавливается за 1 час 25 мин.

ГЛАВА 5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ РАЗРАБОТАННОГО АВТОНОМНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ МЕЖСМЕННОЙ СТОЯНКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

5.1 Эффективность внедрения АММСС в конебазы Якутии

Рассчитан годовой экономический эффект от внедрения АММСС на примере децентрализованных поселений Вилуйского района. Всего в районе имеется 23 населенных пункта, из которых 14 относятся к труднодоступным (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Труднодоступные населенные пункты Вилуйского района

№	Наименование административных единиц (наследов и городских поселений)	Кол-во населения, чел.	Расстояние н.п. от районного центра, км
1	Баппагайинский	651	212,2
2	Бекчегеинский	407	60
3	Борогонский	430	185
4	Жемконский	409	106,1
5	Кыргыдайский	518	97,2
6	Кюлятский 1	703	106
7	Кюлятский 2	375	185
8	Лекеченский	801	91,2
9	Тогусский	554	77
10	Люксюгонский	456	176,2
11	Тылгынинский	554	77,8
12	Хагынский	389	93,6
13	Халбакинский	681	19,7
14	Югюлятский	560	200
	Всего	7488	

Из 14 труднодоступных поселений конебазы имеются в 8, где содержится 3796 гол. лошадей – в среднем по 475 гол. в одной конебазе.

В 6 поселениях конебазы отсутствуют, а организовать в них хозяйства возможно только, применив предлагаемый АММСС. Тогда внедрение АММСС с использованием энергогенерирующей технологии позволит создать минимум 6

новых конебаз с общим поголовьем 2850 гол. Соответственно, поголовье лошадей можно увеличить в 1,3 раза.

Стоимость одной лошади в среднем составляет 100 тыс. руб. Следовательно, район дополнительно сможет создать 24 новых рабочих места и капитал в размере 285 млн руб.

С учетом комплектующих стоимость одного АММСС составит 65 тыс. руб. (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Перечень необходимого оборудования и комплектующих АММС

№	Оборудование марка	Стоимость, руб.
1	Баллон метановый (первоуральский новотрубный завод)	8000
2	Редуктор кислородный БКО-50-12,5	2400
3	Кислородный вентиль	1250
4	Газовые шланги	890
5	Газовый обогреватель(горелка)	2 600
6	Мобильное теплообменно-вентиляционное устройство	8000
7	Багажное устройство для транспортировки и хранения защитных чехлов, патент на полезную модель № с удлиняющимися ножками.	16 860
8	Теплоизоляционный чехол под размер трактора	25 000
	Итого	65 000

Тогда для сооружения 6-ти АММСС на новых конебазах потребуется сумма в 390 тыс. руб. На строительство социально-бытовых помещений коневодам необходимы 12 млн руб. На приобретение техники следует заложить около 18 млн руб. В одной конебазе с поголовьем 475 гол. лошадей минимум надо предусмотреть 4 коневодов. При зарплате одному коневоду в 30 тыс. руб. в месяц, для 24 работников

необходимо будет сумма, равная 8,64 млн руб. Итого, расходная часть составит около 40 млн руб.

С учетом вышеприведенных затрат и ожидаемого капитала срок окупаемости внедрения АММСС в 6 новых конебазах составит:

$$40/285=0,14 \text{ или } 51 \text{ день (около 2 месяцев).}$$

Рекомендации по комплектованию оборудования и устройств:

Для освоения децентрализованных сельхозугодий под конебазы предлагаем внедрять АММСС (рисунок 20), включающий следующий перечень оборудования: переносное быстровозводимое устройство для укрытия теплоизоляционным чехлом сельскохозяйственной техники (3); метановый баллон под биогаз (1); газовая горелка (2); мобильное теплообменно-вентиляционное устройство (4).

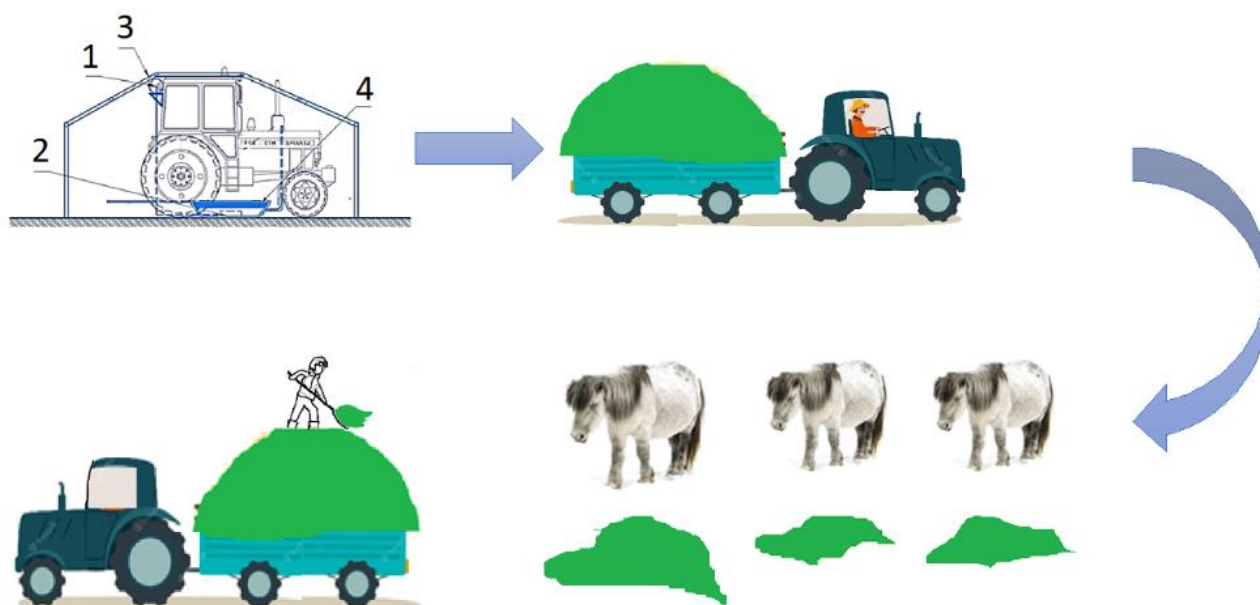


Рисунок 5.1 – Технологическая схема подвоза и раздачи кормов лошадям с использованием автономного модуля для межсменной стоянки сельскохозяйственной техники

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Для освоения децентрализованных угодий под конебазы необходимо внедрять в них автономные модули для межсменной стоянки сельхозтехники (АММСС), а именно для колесных тракторов. Основными управляемыми факторами, воздействующими на эффективность АММСС, являются независимость от внешних энергоисточников, возможность создания оптимальной температуры внутри модуля и исключение накопления угарного газа в модуле.

2. Получена математическая зависимость, описывающая эффективность разведения лошадей от степени механизации подвоза и раздачи дополнительного корма животным в холодный период, а также от расстояния завоза корма и численности лошадей. Обосновано, что основное воздействие на эффективность табунного коневодства оказывает расстояние от места хранения сена до места его раздачи. Разработана математическая модель, описывающая тепловые процессы, протекающие при охлаждении двигателя автотракторной техники, находящегося в автономном модуле стоянки. Установлено, что наилучшие результаты по длительности сохранения тепла нагретого двигателя достигаются при установке АММСС на утепленную площадку. При $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 3 часов температура внутри АММСС удерживается, а далее постепенно снижается на протяжении 9 ч.

3. Предложена конструкция АММСС, состоящая из следующих узлов: устройство «Багаж-Гараж» для перевозки и хранения защитного чехла транспортного средства; переносное быстровозводимое устройство для установки тканевого защитного чехла транспортного средства; мобильное теплообменно-вентиляционное устройство (МТВУ) с переносным газовым обогревателем. Стоимость АММСС составляет 65 тыс. руб., при размерах 5800 мм x 4000 мм x 2780 мм.

С учетом того, что ежегодно от одной головы лошади образуется в среднем 7000 кг навоза, то 181 тыс. лошадей производят 1 267 000 т навоза с потенциалом от 141 904 000 м³ до 212 856 000 м³ биогаза (в среднем 177 380 000 м³). При эквиваленте биогаза природному газу в соотношении 1:0,6 для бесперебойной работы горелки необходимо 3,8 м³ биогаза в сутки. В 50-литровый баллон под давлением 15-16 МПа загружается 9 м³ биогаза, чего хватит на 2-ое суток. Соответственно, на

240 суток фермеру необходимо запастись 26-тью 50-литровыми баллонами с горючим биогазом, что соответствует 1300 м³ биогаза. На все оборудование получены патенты РФ.

4. Установлено, что при температуре окружающей среды в минус 50 градусов оптимальная температура в 12 °С в АММСС создается за 1 час 25 мин. Исследован уровень загазованности АММСС при работе МТВУ. Без дымохода содержание монооксида углерода достигло до 13, 43млг/ м³ в течение получаса, а с дымоходом почти исключается. Параметры авторского обогревателя, работающего на альтернативном топливе-биогазе, следующие: на верхней поверхности температура нагрева около 32 °С, в трубчатых отверстиях около 110 °С и во внутренней пластине 108 °С. Значения достигаются за 10 минут. Таким образом, подтверждена эффективность использования МТВУ в качестве системы отопления с источником топлива-биогаза для поддержания оптимальной температуры в АММСС. Обосновано, что в Вилюйском районе имеется возможность создания 6-ти новых конебаз и с учетом этого рассчитан срок окупаемости предлагаемых мероприятий – при капитальных вложениях 40 млн руб. срок окупаемости АММСС составит 51 день.

5. Для освоения децентрализованных сельхозугодий под конебазы предлагаем внедрять АММСС, включающий следующий перечень оборудования: метановый баллон, мобильное теплообменно-вентиляционное устройство, переносное быстровозводимое устройство для укрытия защитным чехлом транспортного средства. При перевозке модуль размещается на крыше кабины трактора. Для межсменной стоянки автономный модуль собирается трактористом. На установку модуля уходит 10-15 минут. До установки необходимо подготовить место. Все вышеперечисленные комплектующие при транспортировке закрепляются на тракторе и на основной платформе переносного быстровозводимого устройства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимов, Е.Е. Теплоизоляционные параметры автономного модуля для хранения техники / В.П. Друзьянова, К.Н. Большев, А.В. Малышев, Н.С. Хитерхеева // Сельский механизатор. – Москва: 2022. – №6. – С. 36–38.
2. Анисимов, Е.Е. Разработка номограммы процесса тепловых потерь в моторном отсеке автомобиля при длительной стоянке под теплоизоляционной оболочкой в условиях низких температур / В.П. Друзьянова, С.Ю. Булдаков // Вестник ВСГУТУ. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2022. – №2. – С. 29–35.
3. Анисимов, Е.Е. Автономный модуль хранения сельскохозяйственной техники в условиях низких температур на примере республики Саха (Якутия) / В. П. Друзьянова, В.А. Христофоров, Н. С. Хитерхеева // Дальневосточный аграрный вестник. – 2022. Вып. 2 (62). – С. 108–115.
4. Анисимов, Е.Е. Когенерационная линия по преобразованию биогаза в электрическую энергию / Н.В. Петров, И.А. Савватеева, Л.Н. Дьячковская // Дальневосточный аграрный вестник. – 2022. Вып. 2 (62). – С. 116 – 123.
5. Анисимов, Е.Е. Исследование влияния низких температур на эксплуатацию автомобильных двигателей в условиях Республики Саха (Якутия)// Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. – 2015. Т. 12. №1. – С. 47–51.
6. Численное прогнозирование охлаждения картера двигателя с использованием метода конечных элементов / Е. Е. Анисимов, В. П. Друзьянова, С. П. Степанов, А. К. Кириллин // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Благовещенск, 20–21 апреля 2023 года. Том 2. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2023. – С. 10-19. – DOI 10.22450/9785964205401_2_10. – EDN YTNLMV.
7. Патент на полезную модель № 181940 U1 Российская Федерация, МПК В60R 9/00. Багажное устройство «Багаж-гараж» для перевозки и хранения защитного чехла транспортного средства: № 2017147071: заявл. 30.12.2017: опубл. 27.07.2018 / Е.Е. Анисимов; заявитель Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К.Аммосова».

8. Патент на полезную модель № 185358 U1 Российская Федерация, МПК В60R 9/00, В60J 11/00. Устройство для перевозки и хранения защитного чехла транспортного средства: № 2018121346: заявл. 09.06.2018: опубл. 03.12.2018 / Е.Е. Анисимов, С.И. Григорьев; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К.Аммосова».

9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021669883 Российская Федерация. Вычислительная библиотека для численного прогнозирования охлаждения картера двигателя: № 2021668333: заявл. 19.11.2021: опубл. 03.12.2021 / Е.Е. Анисимов, С.П. Степанов; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К.Аммосова».

10. Патент на полезную модель № 213048 U1 Российская Федерация, МПК В60R 9/00, E04H 15/44. Переносное быстровозводимое устройство для установки тканевого защитного чехла транспортного средства: № 2022116538: заявл. 20.06.2022: опубл. 22.08.2022 / Е. Е. Анисимов, В. П. Друзьянова, С. И. Григорьев, В. А. Христофоров; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К.Аммосова».

11. Патент на полезную модель № 214464 U1 Российская Федерация, МПК F24H 3/00, F02N 19/02. Переносной газовый обогреватель: № 2022116542: заявл. 20.06.2022: опубл. 28.10.2022 / Е. Е. Анисимов, В. П. Друзьянова, С. И. Григорьев, В. А. Христофоров; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова».

12. Патент № 2789537 C1 Российская Федерация, МПК F02N 19/06, В60H 1/22, В60R 9/045. Способ обогрева транспортного средства в зимних условиях: № 2022116550: заявл. 20.06.2022: опубл. 06.02.2023 / Е.Е. Анисимов, В.П. Друзьянова,

С.И. Григорьев, В. А. Христофоров; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К.Аммосова».

13. Акимбеков, А.Р. Коневодство. Учебное пособие / А.Р. Акимбеков, Д.А. [и др.]. -М.: КУРС: ИНФРА-М, 2018.-400с.

14. Алексеев, В.Н. Итерационные методы решения для задачи течения и переноса в перфорированных областях / В.Н. Алексеев, М.В. Васильева, С.П. Степанов //Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. – 2016. – №. 5 (55). – С. 67-79.

15. Анаэробная биологическая обработка сточных вод/ тезисы докладов участников Республиканской научно-технической конференции 15-17 ноября 1988 г. – Кишинев, 1988 г.

16. Андриюхин, Т.Я. Опыт анаэробного сбраживания птичьего помета при различных температурных режимах / Т.Я. Андриюхин, В.С. Буренков // Тезисы докладов совещания «Биогаз-87». – Рига,1987. – С.

17. Авторское свидетельство № 149846 А1 СССР, МПК F23D 14/14. Газовая горелка инфракрасного излучения: № 660793: заявл. 28.03.1960: опубл. 01.01.1962 / П. П. Гакинульян, А. М. Левин, И. А. Ценципер. – EDN ВСРVFN.

18. Баадер В. Биогаз. Теория и практика / В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер (Пер. с нем. и предисловие М.И.Серебряного.) – М.: Колос, 1982. – С. 148, ил.

19. Байрамов, Р. А. Повышение эксплуатационных показателей автотракторных дизелей в условиях низких температур: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Байрамов Рустам Альбертович. – Уфа, 2008. – 16 с. – EDN MBQZNX.

20. Баранов, И. Влияние температуры на моторные масла. [Электронный ресурс] – 2021 режим доступа: <https://avtozam.com> (Дата обращения: 10.05.21)

21. Басалаева, Е.В. Продуктивное коневодство / Е.В. Басалаева. – М.: Аквариум-Принт, 2008. – 144 с.: ил.

22. Богомолов, А.И. Газовые горелки инфракрасного излучения и их применение / А.И. Богомолов, Д.Я. Вигдорчик, М.А. Маевский. – М.: Стройиздат, 1967. – 254 с.
23. Болаев, В.К. Экономическая эффективность и перспективы развития табунного коневодства в республике Калмыкия // Вестник ИКИАТ. 2008. №2 (17). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-effektivnost-i-perspektivy-razvitiya-tabunnogo-konevodstva-v-respublike-kalmykiya-1> (Дата обращения: 15.06.2022).
24. Борхерт, Р. Техника инфракрасного нагрева / Р. Борхерт, В. Юбиц. – М.: Госэнергоиздат, 1963. – 278 с.
25. Брамсон, М.А. Инфракрасное излучение нагретых тел / М.А. Брамсон. – М.: Наука, 1964. – 214 с.
26. Брюханов, О.Н. Радиационно-конвективный теплообмен при сжигании газа в перфорированных системах / О.Н. Брюханов. – Изд-во ЛГУ, 1977. – 240 с.
27. Броунштейн, Б.И. Гидродинамика, массо - и теплообмен в дисперсных системах / Б.И. Броунштейн, Г.А. Фишбейн– Л.: Химия, 1977. – 280 с., ил.
28. Брюханов, О.Н. Микрофакельное сжигание газов / О.Н. Брюханов. – Л.: Недра, 1983. – 190 с.
29. Брюханов, О.Н. Радиационный газовый нагрев / О.Н. Брюханов, Е.В. Крейнин, Б.С. Мاستрюков. – Л.: Недра, 1989. – 160 с.
30. Друзьянова, В. П. Психрофильная накопительная биогазовая технология – основа для производства электрической энергии на животноводческих фермах / В.П. Друзьянова, И.А. Савватеева, К.К. Горохов, А.М. Бондаренко // Дальневосточный аграрный вестник. – 2022. Вып. 1 (61). – С. 111–118.
31. Васильева, М.В. Численное решение методом конечных элементов задач диффузионного и конвективного переноса в сильно гетерогенных пористых средах / М.В. Васильева, В.И. Васильев, Т.С. Тимофеева // Ученые записки Казанского университет. Серия Физико-математические науки. – 2016. – Т. 158. – С. 243–262.
32. Веденев, А.Г. Биогазовые технологии в Кыргызской Республике / А.Г. Веденев, Т.А. Веденева. – Бишкек, «Евро», 2006. – 90 с.

33. Виестур, У.Э. Биотехнология: Биологические аспекты, технология, аппаратура / У.Э. Виестур, И.А. Шмите, А.В. Жилевич. – Рига: Зинатне, 1987. – 263 с.

34. Вилуойский улус. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://naslegi.ru/ru/respublika/vilyujskij-ulus> (Дата обращения: 10.05.21)

35. Владимиров, Л. Н. Колымская лошадь / Л. Н. Владимиров, И. Н. Винокуров, А. Н. Винокуров; Л. Н. Владимиров, И. Н. Винокуров, А. Н. Винокуров; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, ФГОУ ВПО «Якутская гос. с.-х. акад.». – Якутск: Якутская ГСХА, 2011. – 187 с. – ISBN 978-5-7513-1435-4. – EDN QLCLFT.

36. Винокуров, И. Н. Традиционная культура народов Севера: продуктивное коневодство северо-востока Якутии : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 110401 - Зоотехния / И. Н. Винокуров ; И. Н. Винокуров ; отв. ред. Л. Н. Владимиров ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Якутская гос. с.-х. акад.. – Новосибирск: Наука, 2009. – ISBN 978-5-02-032163-2. – EDN QLAPTН.

37. Винокуров, И. Н. Оймяконская лошадь Якутии, её племенное и хозяйственное значение / И. Н. Винокуров, Н. Т. Винокуров // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 1(43). – С. 34-35. – EDN IYQASN.

38. Власов, П.А. Терморегулирование жидкости гидросистемы / П.А. Власов, Е.Г. Рылякин. – Сельский механизатор. – 2017. – № 6. – С. 36.

39. Винокуров, Н. Совершенствование технологии содержания лошадей янского типа якутской породы в условиях северо-востока Якутии (Оймяконский район): диссертация кандидата сельскохозяйственных наук: 06.02.10 / Винокуров Николай Тимофеевич. – Якутск, 2012.

40. Власьевский, В.В. Гидродинамические закономерности потока в установке метанового сбраживания / В.В. Власьевский, В.К. Евтеев, В.Ю. Просвирнин // Тезисы докладов совещания «Биогаз-87». – Рига, 1987. – С.32.

41. В Якутии обсудили вопросы по развитию табунного коневодства [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://ysia.ru/v-yakutii-obsudili-voprosy-po-razvitiyu-tabunnogo-konevodstva> (Дата обращения: 10.05.21)

42. Габдрафиков, Ф. З. Исследование теплового аккумулятора тракторного дизеля в режиме предпускового подогрева / Ф. З. Габдрафиков, И. Г. Галиев, У. С. Галиакберов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2(50). – С. 109-114. – DOI 10.31563/1684-7628-2019-50-2-109-115. – EDN ZХТРТГ.

43. Ганулич, А.А. Лошадь в русской упряжке. Основы запрягания и управления/ А.А. Ганулич, А.М. Ползунова, В.Л. Сборнов - М.: АквариумПринт, 2009. – 112 с: ил.

44. Готовцев, Б.В. Коневодство Республики Саха (Якутия). Якутск: Кн. изд-во, 1995.

45. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Стандартиформ, 2005.

46. ГОСТ 25696-83*. Горелки газовые инфракрасного излучения. Общие технические требования и приемка. – М.: Стандартиформ, 2010.

47. ГОСТ 26254-84. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. – М.: Издательство стандартов.

48. Гура Б. Производство биогаза из жидкого и твердого навоза на сельхозпредприятиях. – Варшава, 1987. 110 с.

49. Департамент по надзору за техническим состоянием самоходных машин и других видов техники Министерства транспорта и дорожного хозяйства Республики Саха (Якутия) URL: <https://mintrans.sakha.gov.ru/deyat/gtn> (дата обращения 03.04.2022).

50. Долгушин, А. А. Обеспечение рационального теплового режима трансмиссии автомобилей, используемых в сельском хозяйстве при низких температурах: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.20.03/ Долгушин Алексей Александрович. – р.п. Краснообск, 2020. – 301 с. – EDN FIZZBA.

51. Домнышев Д.А. Применимость гидравлических амортизаторов автомобилей в условиях отрицательных температур / А.А. Долгушин, Д.М. Воронин, А.Ф.

Курносов [и др.] // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. № 4. С. 79–85.

52. Домнышев, Д.А. Анализ причин снятия с эксплуатации амортизаторов автомобилей с эксплуатации в условиях НСО / Д.А. Домнышев, Д.В. Баранов // Ма-тер. ежегод. науч.-практич. конф. студентов и аспирантов Инженерного института (Новосибирск, 10-11 ноября 2015 г.): в 1 ч. Новосибирск, 2015.

53. Домнышев, Д.А. Влияние эксплуатационных режимов работы гидравлических амортизаторов в условиях отрицательных температур на температуру амортизаторной жидкости / Д. А. Домнышев, А.А. Долгушин // Сб. науч. трудов Междунар. науч.-технич. конф. студентов и молодых учёных. В 4-х ч. 18–20 апреля 2017 г. – С. 25–28.

54. Патент на полезную модель RU 167373 U1 Российская Федерация. 10.01.2017. Заявка № 2016114402 от 13.04.2016. Стенд для определения эксплуатационных характеристик гидравлических амортизаторов / Д.А. Домнышев, А.А. Долгушин, А.Ф. Курносов, Д.В. Баранов.

55. Домнышев, Д.А. Исследование интенсивности теплообразования при работе гидравлических амортизаторов автомобилей / Д.А. Домнышев, А.А. Долгушин, А.Ф. Курносов, Д.М. Воронин // В сборнике: Проблемы развития технологий создания, сервисного обслуживания и использования технических средств в агропромышленном комплексе. Материалы международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Н. И. Бухтоярова, В. И. Орбинского. 2017. С. 28–35.

56. Домнышев, Д.А. Результаты эксплуатационных испытаний модифицированной амортизаторной жидкости / Д.А. Домнышев, А.А. Долгушин, А.Ф. Курносов, В.В. Тихоновский В.В. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 6 (74). – С. 89–91.

57. Домнышев, Д.А. Исследование теплового режима работы агрегатов трансмиссии и подвески автомобиля в зимних условиях / Д.А. Домнышев, А.Ф. Курносов, М.В. Вакуленко // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 7. – С. 82–84.

58. Домнышев, Д.А. Особенности эксплуатация ходовой части автомобиля в зимний период / Д.А. Домнышев, А.Ф. Курносков // Матер. ежегод. науч.-практич. конф. студентов и аспирантов Инженерного института (Новосибирск, 12 ноября 2013 г.): в 2 ч. / Новосиб. гос. аграр. ун-т, Инженер. ин-т. – Новосибирск, 2013.

59. Друзьянова, В.П. Параметры, характеризующие энергетическую сторону процесса анаэробного сбраживания в накопительной биоэнергетической установке / В.П. Друзьянова // Проблемы и перспективы подготовки специалистов для промышленно-хозяйственного комплекса. Материалы Республиканской научно-практической конференции, 24 января 2003 г. – Якутск, 2004. – С. 78.

60. Друзьянова, В.П. Утилизация навоза крупного рогатого скота в биогазовых установках / В.П. Друзьянова // Вузовская наука – основа подготовки агроспециалистов. Материалы Республиканской научно-практической конференции, 27 – 28 марта 2003 г. – Якутск: Дизайн-студия «Урсун», 2003. – С. 98.

61. Друзьянова, В.П. Технология производства биогаза из органического сырья в условиях Якутии / В.П. Друзьянова, С.А. Петрова // Монография. – Якутск, 2014. – С. 171.

62. Друзьянова, В.П. Ресурсосберегающая технология утилизации бесподстилочного навоза крупного рогатого скота в условиях Республики Саха (Якутия): диссертация кандидата технических наук: 05.20.01 / Друзьянова Варвара Петровна. – Иркутск, 2004.

63. Друзьянова, В.П. Энергосберегающая технология переработки навоза крупного рогатого скота: диссертация доктора технических наук: 05.20.01 / Друзьянова Варвара Петровна. – Улан-Удэ, 2015.

64. Дьяконов, В. Г. Основы теплопередачи и массообмена: учебное пособие / В.Г. Дьяконов, О.А. Лонщаков; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2015. – 244 с. ISBN 978-5-7882-1813-7 – Текст: непосредственный.

65. Закон республики Саха (Якутия) от 10 июля 2003 года 53-3№109-III «О табунном коневодстве» (новая редакция) (с изменениями на 07 апреля 2021 года)

//Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Официальный сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/802005552/> (Дата обращения: 15.05.2022).

66. Закон республики Саха (Якутия) от 04 октября 2002 года N 47-3 N 429-II «О перечне труднодоступных и отдаленных местностей в Республике Саха (Якутия)» // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Официальный сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/802010254> (Дата обращения: 15.05.2022).

67. Закон Республики Саха (Якутия) от 26 апреля 2016 года 1619-3 N 791-V «О развитии сельского хозяйства в Республике Саха (Якутия)» // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Официальный сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/439048908> (Дата обращения: 15.05.2022).

68. Зигель, Р. Теплообмен излучением / Р. Зигель, Дж. Хауэлл. – М.: Мир, 1975. – 934 с.

69. Зимовка лошадей в Вилюйском улусе [Электронный ресурс] – URL: <https://depvet.sakha.gov.ru/news/front/view/id/3306032> (Дата обращения: 16.05.2022).

70. Иванов, В.А. Испытания зимнего автомобильного чехла «Сахатент» в г. Якутске / В.А. Иванов, К.Н. Большев, В.М. Ефимов, А.А. Степанов // Сельский механизатор. – 2014. – № 9. – С. 36–37.

71. Ионин, А.А. Газоснабжение: учебник / А.А. Ионин. – М.: Стройиздат, 1989. – 439 с.

72. Иссерлин, А.С. Основы сжигания газового топлива / А.С. Иссерлин. – Л.: Недра, 1987. – 336 с.

73. Ициксон, Б.С. Инфракрасные газовые излучатели / Б.С. Ициксон, Ю.А. Денисов. – М.: Недра, 1969. – 280 с.

74. Казаков, А.В. Методика оценки эффективности устройств облегчения пуска холодного двигателя автомобиля / А.В. Казаков. – Оренбург, 2018. – 137 с. ил.

75. Калашников В. В. Тенденции и перспективы развития коневодства в России / В. В. Калашников, В. С. Ковешников // Коневодство и конный спорт. – 2010. – № 3. – С. 3-8. – EDN OWLDHN.
76. Калюжный, С.В. Биогаз: проблемы и решения. Тезисы докладов республиканской конференции / С. В. Калюжный, М.А. Столярова, С.Д. Варфоломеев, Т.Г. Соколова. – Кишинев, 1988. – С. 32–36.
77. Картошкин, А.П. Предпусковой разогрев двигателей внутреннего сгорания в условиях отрицательных температур окружающего воздуха путем использования тепловой энергии двигателя / А.П. Картошкин, И.А. Косенков // Известия Санкт-Петербургского ГАУ. – 2010. – № 21. – С. 268–275.
78. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1971. – 784 с.
79. Каштанов, Л.В. Племенное дело в коневодстве / Л.В. Каштанов. – [Изд. 2-е, испр.]. – М.: Книжный дом Либроком, 2011. – 392 с. (Энциклопедия конника).
80. Киборт, М. И. Проблемы отечественного коневодства / М. И. Киборт // Коневодство и конный спорт. – 2010. – № 3. – С. 9-12. – EDN OWLDHR.
81. Комфортабельность автомобилей: учеб. пособие/ Р.Р. Басыров, А.Д. Галимянов, В.Н. Никишин. – Казань: Изд-во Казанского университета, 2018. – 104 с
82. Коневодство [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.А. Колосов [и др.]. Электрон. текст. дан. – Периановский: Донской ГАУ, 2010.-136 с. – Режим доступа: [www/elibrary.ru](http://www.elibrary.ru). (Дата обращения: 16.05.2022).
83. Коневодство: учеб. пособие / сост. Ж.Р. Степаненко, С. П. Князев. – Электрон. текст. дан. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2012. – 100 с. – Режим доступа: www.e.lanbook.com. (Дата обращения: 16.05.2022).
84. Козлов, С.А. Коневодство: учебное пособие / С.А. Козлов, С.А. Зиновьева, Н.Ю. Козлова. – СПб: Издательство «Лань», 2005.
85. Корнеев, С.В. Современные подходы к технической эксплуатации техники и оборудования в условиях низких температур / С.В. Корнеев, Р.В. Буравкин, А.А. Аноприенко, А.А. Иванников // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. – 2015. – Т. 8. – № 4. – 414–418 с.

86. Кох, П.И. Надежность горных машин при низких температурах / П.И. Кох. – М.: Недра, 1972. – 192 с.
87. Крохта, Г. М. Повышение эффективности эксплуатации тракторных двигателей в условиях АПК Западной Сибири / Г. М. Крохта, Е. Н. Хомченко, Н. И. Зенкова // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования : Материалы XII региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной памяти доцента М.А. Анфиногенова, Новосибирск, 11 ноября 2020 года. – Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, 2020. – С. 158-159. – EDN YGSYJD.
88. Кузнецов, Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей – М., Наука, 2004.
89. Кучер, А. В. Повышение эффективности использования энергетических средств в условиях низких температур на примере Амурской области / А. В. Кучер, З. Ф. Кривуца, Е. В. Лоскутова // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : Материалы всероссийской научно-практической конференции. В 4-х томах, Благовещенск, 20–21 апреля 2022 года. Том 2. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. – С. 145-150. – DOI 10.22450/9785964205470_2_19. – EDN EUXBAD.
90. Левин, А.М. Принципы рационального сжигания газа / А.М. Левин. – Л.: Недра, 1977. – 247 с.
91. Левин, А.И. Методика расчёта срока службы техники, эксплуатируемой в условиях холодного климата // Вестник Иркутского государственного технического университета. – № 6 (77). – 2013. – 112–116 с.
92. Ложкин, В.Н. Применение тепловых аккумуляторов фазового перехода как средства повышения технико-экологических показателей двигателей пожарных автомобилей / В.Н. Ложкин, С.Ю. Богуцкий // Двигателестроение. – 2009. – № 3 (237). – С. 37–40.
93. Лосавио, Г. С. Пуск автомобильных двигателей без разогрева / Г. С. Лосавио. - М.: Транспорт, 1965. - 103 с.

94. Лосавио, Г.С. Эксплуатация автомобилей при низких температурах / Г.С. Лосавио. – М.: Транспорт, 1973. – 120 с.
95. Макарьянц, Г.М. Основы метода конечных элементов: учеб. пособие / Г.М. Макарьянц. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2017. – 104 с.: ил. - Текст непосредственный.
96. Муллакаев, Э.З. Факторы, влияющие на физическое состояние водителей / Э.З. Муллакаев, А.Х. Уразаев // Транспорт на альтернативном топливе. – 2012. – № 5 (29). – С. 8–10.
97. Новости министерства сельского хозяйства РС(Я). – URL: <https://minsel.sakha.gov.ru/news/front> (Дата обращения: 02.04.2022).
98. Неговора, А. В. Повышение эффективности работы генераторов горячих газов при обогреве агрегатов автотракторной техники / А. В. Неговора, М. М. Разяпов, А. А. Козеев // Технический сервис машин. – 2021. – № 2(143). – С. 46-53. – DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-46-53. – EDN JIQIQ.
99. Общие технические требования и правила приёмки. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 4 с. – (Группа Е25).
100. Отчет о реализации государственной программы Республики Саха (Якутия). «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2020-2024 годы» за 2020 год <https://minsel.sakha.gov.ru/> (Дата обращения: 02.04.2022)
101. Официальный сайт Государственного собрания (Ил Тумэн) Республики Саха (Якутия). Наиболее важные законы, принятые Ил Тумэном в 2020 году – URL: <https://iltumen.ru/news/19257/print> (Дата обращения: 02.04.2022)
102. Пешехонов, В.А. Экономика аграрного сектора / В.А. Пешехонов, А.И. Пашенко. – СПб.: ОЦиЭМ. 2003.
103. Пелипенко, В.Н. Газовые горелки инфракрасного излучения: учеб. пособие / В.Н. Пелипенко, Д.Ю. Слесарев. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2012. – 118 с.: обл.
104. Петров, Н.В. Обеспечение работоспособности бензиновых двигателей внутреннего сгорания сельскохозяйственной техники при переводе на биогаз

корректированием регулировочных параметров двигателя: дис. канд. техн. наук: 05.20.03 / Петров Николай Вадимович. – Улан-Удэ, 2013. – 194 с.

105. Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в условиях низкотемпературной эксплуатации / Е.Е. Кузнецов, С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца, А.В. Кучер. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. – 174 с. – ISBN 978-5-9642-0553-1. – DOI 1022450/9785964205531. – EDN OFHYGC.

106. Преобразователь сигналов «Теркон» [Электронный ресурс] – URL: <https://termexlab.ru/> (Дата обращения: 21.04.2022.).

107. Равич, М.Б. Газ и эффективность его использования в народном хозяйстве / М.Б. Равич. – М.: Недра, 1987. – 238 с.

108. Разяпов, М. М. Повышение надежности агрегатов трансмиссии автотракторной техники при эксплуатации в условиях низких температур / М.М. Разяпов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2020. – № 2(26). – С. 77-86. – EDN JLVMR.

109. Резник, Л.Г. Адаптация автомобилей к суровым климатическим условиям: учеб. пособие / Л.Г. Резник. – Тюмень: Тюменский индустриальный институт, 1978. – 72 с.

110. Робустов, В.В. Повышение надёжности зимней эксплуатации транспортных и дорожно-строительных машин в условиях Сибири / В.В. Робустов. – Тюмень, 2002. – 80 с.

111. Романова, В.В. Актуальные направления исследований в животноводческой отрасли республики Саха (Якутия) / В.В. Романова, Р.Г. Попов, Н.А. Николаева, В.И. Федоров [и др.] // Вестник ДВО РАН. – 2017. – №3(193). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-napravleniya-issledovaniy-v-zhivotnovodcheskoy-otrasli-respubliki-saha-yakutiya> (дата обращения: 14.06.2022).

112. Родин, А.К. Газовое лучистое отопление / А.К. Родин. – Л. : Недра, 1987. – 190 с.110

113. Родин, А.К. Применение излучающих горелок для отопления / А.К. Родин. – Л.: Недра, 1976. – 117 с.

114. Рудой, Е. В. Состояние и меры поддержки табунного коневодства Республики Саха (Якутия) / Е. В. Рудой, М. И. Петрова // Инновации и продовольственная безопасность. – 2017. – № 2(16). – С. 71-76. – EDN ZFVAYT.

115. Русская рысистая порода лошадей [Электронный ресурс]: учеб. Пособие /Е.Я. Лебедько [и др.]. Электрон. текс. дан. - СПб.: Лань, 2018.- 172 с.- Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/104875>.- Загл. с экрана. (Дата обращения: 02.05.2022)

116. Савватеева, И.А. Разработка технологии и средств механизации для когенерации биогаза в условиях Республики Саха (Якутия): диссертация кандидата технических наук: 05.20.01 / Савватеева Ирина Аркадьевна. – Благовещенск, 2021.

117. С днем коневода-табунщика [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <https://yakutsk.bezformata.com> (Дата обращения: 10.05.21)

118. С днем коневод-табунщика [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <https://minsel.sakha.gov.ru/news/front/view/> (Дата обращения: 08.05.21).

119. Самарский, А.А. Вычислительная теплопередача / А.А. Самарский, П.Н. Вабищевич. – Либроком, 2009.

120. Санитарные правила по гигиене труда воителей. УТВЕРЖДЕНЫ Заместителем главного государственного санитарного врача СССР А.М. Скляровым № 4616-88, 5 мая 1988 г.

121. Северинец, Г.Н. Применение газовых горелок инфракрасного излучения для сушки и нагрева / Г.Н. Северинец. – Л.: Недра, 1970. – 128 с.

122. Селиванов, Н.И. Рациональное использование тракторов в зимних условиях: монография / Н.И. Селиванов. – Красноярск, 2006. – 338 с.

123. Семенов, Н.В. Эксплуатация автомобилей в условиях низких температур. / Семенов Н.В. // – М.: Транспорт. – 1993. – 190 с.

124. Сигал, И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива / И.Я. Сигал. – Л.: Недра, 1988. – 312 с.

125. Симонов, Л. Лошади. Конские породы/ Л. Симонов, И. Мердер. – М.: АСТ: Русь-Олимп, 2008. – 189 с.

126. Слепцов, И.И. Производство продукции коневодства. Оценка и отбор дойных кобыл в условиях Якутии / И. И. Слепцов, В. А. Мачахтырова, Н. М. Черноградская [и др.]; Учебное пособие для студентов направлений подготовки 35.03.07 "Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции" 36.03.02 "Зоотехния" вузов региона. – Якутск: Алаас, 2019. – 88 с. – ISBN 978-5-6041695-5-1. – EDN QJFKYF.

127. Спицын, И.А. Разработка теплового аккумулятора фазового перехода для трансмиссии трактора «Беларус-1021» / И.А. Спицын, А.А. Орехов, М.В. Чушкин // Труды ГОСНИТИ. – 2016. – Т. 124, № 1. – С. 162–166.

128. Стандарт АВОК «Системы отопления и обогрева с газовыми инфракрасными излучателями» //Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Официальный сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200049006> (Дата обращения: 15.05.2022).

129. Сырбаков, А.П. Эксплуатация автотракторной техники в условиях отрицательных температур: учебное пособие / А.П. Сырбаков, М.А. Корчуганова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 205 с.

130. Технология табунного коневодства. Пастбищно-тебеневочное разведение коневодства [Электронный ресурс] – режим доступа: https://rosagroportal.ru/article/current/583/tehnologiya_tabunnogo_konevodstva_pastbicshno-tebenevochnoe_razvedenie_konevodstva (Дата обращения: 10.05.21).

131. Табунное содержание лошадей. [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://tat-farmer.ru/podvore/konevodstvo/tabunnoe-soderzhanie-loshadej/> (Дата обращения 10.05.21)

132. Технология Термохрон [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://elin.ru/> (Дата обращения: 10.05.21)

133. Трактор МТЗ-82 [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://spectekhnika.info/traktor-mtz-082/> (Дата обращения: 02.05.21).

134. Тюлькин, В.А. Оценка приспособленности автомобилей к зимним условиям эксплуатации по темпу охлаждения двигателя: диссертация на соискание

ученой степени кандидата техн. наук: 05.22.10 / Тюлькин Вячеслав Анатольевич. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2000.

135. Указ главы Республики Саха (Якутия) от 23 мая 2012 года N 1439 «О мерах по дальнейшему развитию табунного коневодства в Республике Саха (Якутия) // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Официальный сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/815006276> (дата обращения: 15.05.2022).

136. Харин, В.В. Автоматизация управления газовыми горелками инфракрасного излучения / В.В. Харин. – Л: Недра, 1989. – 160 с.

137. Хотов, А. В. Размещение и специализация племенного коневодства / А. В. Хотов // Экономика сельского хозяйства России. – 2010. – № 6. – С. 58–63. – EDN MUOQWP.

138. Что представляет собой конский навоз [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://www.fertilizerdaily.ru/20200728-что-предstavlyaet-soboj-konskij-navoz/> (Дата обращения: 12.03.22).

139. Эртман, С.А. Приспособленность автомобилей к зимним условиям эксплуатации по температурному режиму двигателей: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.22.10 / Эртман Сергей Александрович. – Тюмень, 2004. – 180 с. – EDN NMPLMV.

140. Эффективные средства беспроводного мониторинга температуры и влажности [Электронный ресурс]. – Москва. – Режим доступа: <https://www.elin.ru/Thermochron/> (Дата обращения: 10.05.21).

141. Brenner S., Scott R. (2007). The Mathematical Theory of Finite Element Method. *Springer Science & Business Media*. University of Chicago.

142. Brooks, A.N. (1981). A Petrov-Galerkin Finite Element Formulation for Convection Dominated Flows. Dissertation (Ph.D.), California Institute of Technology. doi:10.7907/Q164-VZ22.

143. Donea J., Huerta A. (2003). Finite element methods for flow problems. *John Wiley & Sons*.

144. Ed. Jan F. (2001). Kreider Handbook of Heating, Ventilation and Air Conditioning. *Boca Raton, CRC Press LLC*.

145. Logg A., Mardal K. A., Wells G. (ed.). (2012). Automated solution of differential equations by the finite element method: The FEniCS book. *Springer Science & Business Media*, v. 84.
146. Saad Y. (2003). Iterative methods for sparse linear systems. Siam.
147. Sweeten J. (1978). Methane production from livestock waste. *Texas Agricultural Progress*, v.24, No3, p. 19–22.
148. Vabishchevich P.N., Vasil'eva M.V. (2012). Explicit-implicit schemes for convection-diffusion-reaction problems. *Numerical Analysis and Applications*. V. 5, No 4, pp. 297–306.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 181940

Багажное устройство "Багаж-гараж" для перевозки и хранения защитного чехла транспортного средства

Патентообладатель: *Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Северо-Восточный федеральный университет имени М.К.Аммосова" (RU)*

Автор: *Анисимов Евсей Евсеевич (RU)*

Заявка № 2017147071

Приоритет полезной модели 30 декабря 2017 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 27 июля 2018 г.

Срок действия исключительного права на полезную модель истекает 30 декабря 2027 г.



Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев Г.П. Ивлиев

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 185358

**Устройство для перевозки и хранения защитного чехла
транспортного средства**

Патентообладатель: *Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Северо-Восточный федеральный университет имени М.К.Аммосова" (RU)*

Авторы: *Анисимов Евсей Евсеевич (RU),
Григорьев Станислав Иванович (RU)*

Заявка № 2018121346
Приоритет полезной модели 30 декабря 2017 г.
Дата государственной регистрации в
Государственном реестре полезных
моделей Российской Федерации 03 декабря 2018 г.
Срок действия исключительного права
на полезную модель истекает 30 декабря 2027 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев Г.П. Ивлиев



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2021669883

**«Вычислительная библиотека для численного
прогнозирования охлаждения картера двигателя»**

Правообладатель: *Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
"Северо-Восточный федеральный университет имени
М.К.Аммосова" (RU)*

Авторы: *Анисимов Евсей Евсеевич (RU), Степанов Сергей
Павлович (RU)*

Заявка № 2021668333

Дата поступления 19 ноября 2021 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 03 декабря 2021 г.



*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Г.П. Ивлиев

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 214464**Переносной газовый обогреватель**

Патентообладатель: *Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова" (RU)*

Авторы: *Анисимов Евсей Евсеевич (RU), Друзьянова Варвара Петровна (RU), Григорьев Станислав Иванович (RU), Христофоров Валерий Александрович (RU)*

Заявка № 2022116542

Приоритет полезной модели 20 июня 2022 г.

Дата государственной регистрации

в Государственном реестре полезных

моделей Российской Федерации 28 октября 2022 г.

Срок действия исключительного права

на полезную модель истекает 20 июня 2032 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 213048

**Переносное быстровозводимое устройство для
установки тканевого защитного чехла транспортного
средства**

Патентообладатель: *Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования "Северо-
Восточный федеральный университет имени
М.К.Аммосова" (RU)*

Авторы: *Анисимов Евсей Евсеевич (RU), Друзьянова Варвара
Петровна (RU), Григорьев Станислав Иванович (RU),
Христофоров Валерий Александрович (RU)*

Заявка № 2022116538

Приоритет полезной модели **20 июня 2022 г.**

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре полезных
моделей Российской Федерации **22 августа 2022 г.**

Срок действия исключительного права
на полезную модель истекает **20 июня 2032 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Ю.С. Зубов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2789537

Способ обогрева транспортного средства в зимних условиях

Патентообладатель: *Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Северо-Восточный федеральный университет имени М.К.Аммосова" (RU)*

Авторы: *Анисимов Евсей Евсеевич (RU), Друзьянова Варвара Петровна (RU), Григорьев Станислав Иванович (RU), Христофоров Валерий Александрович (RU)*

Заявка № **2022116550**

Приоритет изобретения **20 июня 2022 г.**

Дата государственной регистрации

в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации **06 февраля 2023 г.**

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает **20 июня 2042 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Ю.С. Зубов



Приложение Б

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ООО «Испытательный полигон СВФУ»



Ноев И.И.

«16» марта 2023

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

научно-исследовательской работы

Мы, ниже подписавшиеся представители Северо-Восточного федерального университета им.М.К.Аммосова (ФГАОУ ВО СВФУ им. М.К.Аммосова) Друзьянова В.П., Анисимов Е.Е., с одной стороны и ООО «Испытательный полигон СВФУ», в лице директора Ноева Ивана Ивановича с другой стороны составили настоящий акт о том, что в период с 15 декабря 2022 по 15 марта 2023 г. сотрудниками ФГБОУ ВО СВФУ Друзьяновой В.П., Анисимовым Е.Е. внедрена на полигоне «Испытательный полигон СВФУ» научно-техническая разработка: программа для ЭВМ «Вычислительная библиотека для численного прогнозирования охлаждения картера двигателя»

1. **В процессе внедрения выполнены следующие работы:** изготовлено переносное быстровозводимое устройство для установки защитного чехла транспортного средства. Проведен мониторинг температурного процесса на автомобиле марки «УАЗ-Фермер» при 5-ти различных способах укрытия: с защитным чехлом без теплоизоляции днища, с защитным чехлом и с теплоизоляционным днищем, с защитным чехлом, с каркасом и с теплоизоляционным днищем, с защитным чехлом, с каркасом без днища и без защитного чехла.

2. При сравнении экспериментальных данных с расчетными данными программы для ЭВМ показало совпадение, что подтверждает адекватность проведенных исследований.

3. **Предложения о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:** По результатам производственных испытаний в испытательном полигоне ООО «Испытательный полигон СВФУ» рекомендовано использовать программу для ЭВМ «Вычислительная библиотека для численного прогнозирования охлаждения картера двигателя» для подтверждения экспериментальных испытаний.

Акт составлен в 3 экземплярах

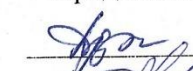
Представители полигона:




Ноев И.И.


Игнатьев А.Д.

Представители университета:



Друзьянова В.П.


Анисимов Е.Е.

Приложение В



Общество с ограниченной ответственностью
«Архитектурно-Строительная Компания «ДОМ»

**"Коневодческая база на 100 голов табунных лошадей.
ООО "Бизтгэ-Агро" ур. Екереет-Кырдыабаа Батагайского
наслега Усть-Алданского улуса (района) РС(Я)"**

Проектная документация

Раздел 11. "Смета на строительство объектов капитального строительства"

Ведомость объемов работ

Шифр: 974/21-СМ.ВР

Арх.№ 2869

Подрядчик: ООО «АСК «ДОМ»

Заказчик: ООО «Бизтгэ-Агро»

Копия верна.

Директор ООО "Бизтгэ-Агро"

(Сивилев С.В.)



2021



Общество с ограниченной ответственностью
"Архитектурно-Строительная Компания "ДОМ"

Объект: "Коневодческая база на 100 голов табунных лошадей.
ООО "Биэтгэ-Агро" ур. Екереет-Кырдыбааьа Багагайского наслега
Усть-Алданского улуса (района) РС(Я)"

Раздел 3. "Архитектурные решения"

Проектная документация

Шифр: 974/21-АР

Копия верна.

Формат А3 - А4

Сейв / Сейв С.В.



С.Н. Константинова

Главный инженер проекта: _____

Арх. №3219

2021 г.

Приложение Г

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель декана по учебной работе

Автодорожного факультета

ФГАОУ ВО «Северо-Восточного федерального университета имени М.К.Аммосова»

В.И.Заровняева



_____ марта 2023 г.

АКТ

об использовании результатов научно-исследовательской работы
в учебном и научно-исследовательском процессах

Настоящий акт составлен в том, что результаты научных исследований Анисимова Евсея Евсеевича в виде способа обогрева транспортного средства в зимних условиях (патент на изобретение № 2789537) и программы для ЭВМ «Вычислительная библиотека для численного прогнозирования охлаждения картера двигателя» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. № 2021669883) используются в учебном и научно-исследовательском процессах Автодорожного факультета ФГАОУ ВО «Северо-Восточного федерального университета имени М.К.Аммосова» на кафедре «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис» при чтении лекций, на лабораторных занятиях по дисциплинам «Гараж и Гаражное оборудование» и «Материаловедение. Технология конструкционных материалов», а также при проведении экспериментальных (натурных) исследований студентами бакалавриата и магистратуры автодорожного факультета.

Заведующий кафедрой

«ЭАТиАС», д.т.н., профессор

В.П. Друзыанова

Приложение Д

МУНИЦИПАЛЬНЫЙ РАЙОН
«ВИЛЮЙСКИЙ УЛУС (РАЙОН)»
РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)



САХА ӨРӨСПҮҮБҮЛҮКЭТИН
«БҮЛҮҮ УЛУУНА (ОРОЙУОНА)»
МУНИЦИПАЛЬНАЯ ТЭРИЛЛИИ

МУНИЦИПАЛЬНОЕ КАЗЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ДЕПАРТАМЕНТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ВИЛЮЙСКОГО РАЙОНА»

678200 г. Вилюйск, ул. Ленина, 49 тел: 8411(32)42-4-43, факс: 8411(32) 43-6-96 itar@sakhaset.ru

АКТ-СПРАВКА

О внедрении результатов исследований

По итогам результатов теоретических и экспериментальных исследований старшего преподавателя ФГАОУ ВО Северо-Восточный университета им. М.К.Аммосова Анисимова Евсея Евсеевича, изготовлен и внедрен автономный модуль межсменной стоянки сельскохозяйственной техники в конезабы ПК «Мастаах» с.Балагачча Тогуйский наслег.

Стоимость полного комплекта автономного модуля составило 109 400 рублей, что в 10 раз дешевле чем гараж из бруса. Также преимуществом технологии является его мобильность, простота конструкции и многофункциональность. Положительные результаты по технологии механизации процессов при табунном коневодстве с разработкой автономного модуля для стоянки сельскохозяйственной техники вносит значительный вклад в решении проблем отсутствия механизации в децентрализованных конезабах Республики Саха (Якутия). Данная технология может быть рекомендована для широкого внедрения в децентрализованных коневодческих хозяйствах РС(Я).

Руководитель МКУ
«Департамент СХ»
МР «Вилюйского района»



Иннокентьев П.П.

Приложение Е

АКТ-СПРАВКА

О внедрении результатов исследований

По итогам результатов теоретических и экспериментальных исследований старшего преподавателя ФГАОУ ВО Северо-Восточный университет им.М.К.Аммосова Анисимова Евсея Евсеевича, изготовлен и внедрен автономный модуль межсменной стоянки сельскохозяйственной техники в конебазе ИП Охлопков Ф.И. Намцырский тракт 25 км. г. Якутска РС(Я).

Стоимость полного комплекта автономного модуля составила 109 400 рублей, что в 10 раз дешевле чем гараж из бруса. Проведенные экспериментальные испытания в зимний период (-50°C) подтвердили эффективность обеспечения оптимальных температурных параметров (средняя температура составляла +20°C) и условий для проведения ремонтных работ внутри модуля). Также преимуществом технологии является его мобильность, простота конструкции и многофункциональность.

Положительные результаты по технологии механизации процессов при табунном коневодстве с разработкой автономного модуля для стоянки сельскохозяйственной техники вносит значительный вклад в решении проблем отсутствия механизации в децентрализованных конебазах Республики Саха (Якутия). Данная технология может быть рекомендована для широкого внедрения в децентрализованных коневодческих хозяйствах РС(Я).

Директор конебазы



Ф.И. Охлопков

*Настоящим подтверждаю, что
ИП Охлопков Федор Владимирович ИНН 111701401278
действительно занимается разработкой и внедрением
модуля.
Руководитель Департамента коневодства
МХ РС(Я) И.К. Кошкин*

Министерство
сельского хозяйства
Республики Саха (Якутия)



Саха Өрөспүүбүлүкэтин
тыатын хаһаайыстыбатын
министиэристибэтэ

Департамент животноводства, племенного надзора, кооперации
и фермерства

ул. Курашова, д. 28, г. Якутск, 677000, тел.: 50 66 02, 50 66 04,
e-mail: minselhoz@sakha.gov.ru, <http://minsel.sakha.gov.ru/>

СПРАВКА

Настоящим подтверждаю, что ИП Охлопков Федор Иннокентьевич
ИНН 141701408278, действительно ведет деятельность по разведению
мясных табунных лошадей на территории Городского округа «Город
Якутск».

Справка дана для предъявления по месту требования.

Руководитель



Н.Н. Питимко

Приложение Ё

**Схема-листинг программы для ЭВМ
«Вычислительная библиотека для численного прогнозирования охлаждения картера двигателя»
Фрагменты произведения, листинг**

Модуль: main.cpp

```

#include "dofin.h"
#include "math.h"
#include <string>
#include <fstream>
#include "Temperature.h"

#define DAY 86400
#define HOUR 3600
#define MINUTE 60

using namespace dof;
using namespace std;

int main(int argc, char **argv)
{
    srand(time(0));
    Timer timer("RUN TIME COUPLE");
    timer.start();

    PetscInitialize(&argc, &argv, (char *)0, "");
    parameters["allow_extrapolation"] = true;
    parameters["reorder_dofs_serial"] = false;
    auto dt = std::make_shared<Constant>(1.0*MINUTE);//10
    double tmax = 300*MINUTE;//*100;
    int time = 0;

    auto mesh = std::make_shared<Mesh>("./mesh/mesh.xml");
    auto boundaries = std::make_shared<MeshFunction<std::size_t>>(mesh, "./mesh/mesh_facet_region.xml");
    auto subdomains = std::make_shared<MeshFunction<std::size_t>>(mesh, "./mesh/mesh_physical_region.xml");

    auto alpha = std::make_shared<Constant>(3333.03e-9);

    auto cro = std::make_shared<Constant>(1552.3e3);
    auto k = std::make_shared<Constant>(0.14*2.4);

    int vcount = 0;
    File fileres("results/T.pvd");

    auto U1 = std::make_shared<Temperature::Form_a_T2::TrialSpace>(mesh);
    auto T0 = std::make_shared<Constant>(10.0);
    auto TR0 = std::make_shared<Function>(U1);
    *TR0 = *T0;
    std::vector<dof::la_index>vertexToDof = vertex_to_dof_map(*U1);
    const GenericDofMap* DofMap = U1->dofmap().get();
    std::vector<dof::la_index>Dofs = DofMap->dofs();
    std::vector<int>dofs;

    Temperature::Form_a_T2 a2(U1, U1);
    a2.dx = subdomains;
    a2.ds = boundaries;
    a2.dt = dt;
    a2.k_9=k;
    a2.cro_9=cro;

```

```

a2.alpha=alpha;

Temperature::Form_L_T2 L2(U1);
  L2.dx = subdomains;
  L2.ds = boundaries;
  L2.dt = dt;
  L2.alpha=alpha;

PETScMatrix *Af2 = new PETScMatrix();
PETScVector *vf2 = new PETScVector();

LinearSolver solver2("default", "default");
//

while (time <tmax)
{
  time += *dt;
dofs.clear();
//   double Temper = (-35.7 - 17.3) / 2 * sin(M_PI * (30 * (10 - 1.21) + time + 75) / 180) + (-35.7 + 17.3) / 2;
  auto T_tem = std::make_shared<Constant>(-35.0);

  L2.TAir = T_tem;
  L2.T0 = TR0;
assemble(*Af2, a2);
assemble(*vf2, L2);

  solver2.solve(*Af2, *TR0->vector(), *vf2);

if(time % 600 == 0){
fileres<<std::pair<const Function*, double>(TR0.get(), time);
info("time=%i", time/MINUTE);

  double u1;

for(int i = 0; i< mesh->num_facets(); i++){
  Facet facet(*mesh, i);
  const unsigned int* lvert = facet.entities(0);
  Vertex vertex0(*mesh, lvert[0]);
  Vertex vertex1(*mesh, lvert[1]);
  double y1 = vertex0.point().y();
  double x1 = vertex0.point().x();
  double y2 = vertex1.point().y();
  double x2 = vertex1.point().x();
  double eps = 0.001;

  if ((fabs(y1 - 0.21) < eps && fabs(x1 - 0.14) < eps)||fabs(y1 - 0.21) < eps && fabs(x1 - 0.14) < eps) {
    int dof1 = vertexToDof[lvert[0]];
    int fp1 = 0;
for(int j=0; j<dofs.size(); j++){
    int dof = dofs.at(j);
    if (dof1 == dof) fp1 = 1;
  }
  if (fp1 == 0){
dofs.push_back(dof1);
info("%g %g", x1, y1);
    u1 = TR0->vector().get()->operator[](dof1);
  }
}
}

std::string point_temp_txt = "./y_h.txt";

```



```
std::ofstream temp(point_temp_txt.c_str(),std::ios_base::app);
p_temp<< time/MINUTE << " " << u1 << "\n";
}
```

```
}
timer.stop();
list_timings(TimingClear::clear, { TimingType::wall });
return 0;
}
```

Модуль: /Temperature.ufl

```
element = triangle
P = FiniteElement("CG", element, 1)
```

```
T = TrialFunction(P)
v = TestFunction(P)
```

```
T0 = Coefficient(P)
dt = Constant(element)
TAir = Coefficient(P)
alpha = Constant(element)
```

```
cro_9 = Constant(element)
k_9 = Constant(element)
```

```
F2 = 1/dt * (T - T0) * v * dx\
+ inner((k_9/cro_9)*grad(T), grad(v))*dx\
+ alpha * (T - TAir)*v*ds(5)
```

```
# Create bilinear and linear forms
a_T2 = lhs(F2)
L_T2 = rhs(F2)
```

```
forms = [a_T2, L_T2]
forms = [L2_1, L2_2, H_1, H_2]
```