

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт-  
филиал федерального государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Сибирский федеральный университет»

Кафедра «Автомобильный транспорт и машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Е.М. Желтобрюхов  
подпись инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

код – наименование направления

«Проект снабжения сжиженным природным газом транспортных средств в  
Республике Хакасия и Юге Красноярского края».

тема

Руководитель

\_\_\_\_\_

подпись, дата

к.т.н. каф. АТиМ

должность, ученая степень

А.В.Олейников

инициалы, фамилия

Выпускник

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Д.А.Климкин

инициалы, фамилия

Абакан 2022

Продолжение титульного листа ВКР по теме: «Проект снабжения сжиженным природным газом транспортных средств в Республике Хакасия и Юге Красноярского края».

Консультанты по разделам:

Исследовательская часть

наименование раздела

\_\_\_\_\_   
подпись, дата

А.В.Олйников

инициалы, фамилия

Технологическая часть

наименование раздела

\_\_\_\_\_   
подпись, дата

А.В.Олйников

инициалы, фамилия

Экономическая часть

наименование раздела

\_\_\_\_\_   
подпись, дата

А.В.Олйников

инициалы, фамилия

Заключение на иностранном языке

наименование раздела

\_\_\_\_\_   
подпись, дата

Е.В.Танков \_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

\_\_\_\_\_   
подпись, дата

А.В.Олйников

инициалы, фамилия

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт-  
филиал федерального государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Сибирский федеральный университет»

Кафедра "Автомобильный транспорт и машиностроение"

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Е.М. Желтобрюхов  
подпись      инициалы, фамилия

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_  
2022г.

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ  
в форме бакалаврской работы**

Студенту Климкину Дмитрию Андреевичу

(фамилия, имя, отчество)

Группа 68-1 Специальность 23.03.03

(код)

"Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов"

(наименование)

Тема выпускной квалификационной работы: «Проект снабжения сжиженным природным газом транспортных средств в Республике Хакасия и Юге Красноярского края».

утверждена приказом по институту № 221 от 18.04.2022г.

Руководитель ВКР А.В.Олейников. к.т.н. кафедры «АТиМ»

(инициалы, фамилия, место работы и должность)

Исходные данные для ВКР:

1. Бизнес план АГЗС.
2. Существующий рынок заправочных станций СПГ.
3. Устройство АГЗС.
4. Заводы по сжижению природного газа.
5. Продажа оборудования для заправочных станций СПГ.

Перечень разделов ВКР:

1. Исследовательская часть.
2. Технологическая часть.
3. Экономическая часть.

Перечень графического материала с указанием основных чертежей, плакатов:

1. Виды моторного топлива и их характеристики.
2. Генеральный план АГЗС.
3. Маршруты доставки.
4. Комплектация АГЗС.
5. Экономика маршрута Абакан – Омск.
6. Экономика маршрута Абакан – Томск.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ А.В.Олейников

(подпись)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_ Д.А.Климкин

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022г.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа «Проект снабжения сжиженным природным газом транспортных средств в Республике Хакасия и Юге Красноярского края» содержит расчетно-пояснительную записку 54 страницы текстового документа, 10 использованных источников, 6 листов графического материала.

МОТОРНОЕ ТОПЛИВО, СЖИЖЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ, МАРШРУТ ДОСТАВКИ, АВТОГАЗОЗАПРАВОЧНАЯ СТАНЦИЯ, СРОК ОКУПАЕМОСТИ.

Целью данной выпускной квалификационной работы явилась разработка проекта по постройки АГЗС и ее снабжению сжиженным природным газом.

Целью работы явилась проект строительства автомобильной газозаправочной станции и снабжения ее сжиженным природным газом, где:

- рассчитано необходимое количество рабочих и заправочных колонок;
- проведён анализ работ по диагностике, техническому обслуживанию и ремонту автомобилей;
- предложен проект поста АГЗС;
- рассчитана стоимость доставки сжиженного природного газа.

Рассчитаны технико-экономические показатели:

- размер капитальных вложений составил 89210000 рублей;
- срок окупаемости составил 6,2 года.

В работе рассмотрены вопросы техники безопасности при проведении обслуживания АГЗС, а так же рассчитано количество работников на АГЗС.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	7
1 Исследовательская часть .....	9
1.1 Существующий рынок моторного топлива в России .....	9
1.2 Виды газового моторного топлива .....	14
1.3 Программы по развитию СПГ .....	18
1.4 Постановка проблемы .....	21
2 Технологическая часть .....	23
2.1 Место расположения АГЗС .....	23
2.2 Проект доставки топлива на АГЗС .....	25
2.3 Комплектация АГЗС .....	31
2.4 Расчет объемов реализации .....	38
3. Экономические потребления .....	41
3.1 Расчет стоимости доставки .....	41
3.2 Расчет стоимости АГЗС .....	43
3.3 Разновидности обслуживания АГЗС .....	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	51
CONCLUSION .....	53
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	54

## ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный парк нашей страны значительно вырос за последние годы и его увеличение продолжается.

Связанный с этим рост потребления жидкого топлива на транспорте сопровождается истощением хорошо освоенных и удобно расположенных нефтяных месторождений, вследствие чего приходится осваивать новые, расположенные в труднодоступных районах. Это, в свою очередь, приводит к удорожанию, как сырой нефти, так и получаемых из нее нефтепродуктов.

Между тем страна располагает большими запасами высококачественного моторного топлива, не требующего для использования в двигателях никакой химической переработки.

Как моторное топливо, природный газ в натуральном виде превосходит нефтяное топливо. При использовании его обеспечиваются высокие технико-экономические показатели в ДВС, так как природный газ имеет хорошие антидетонационные качества, создает благоприятные условия смесеобразования и обладает широкими пределами воспламенения в смеси с воздухом.

В конце 40-х и начале 50-х годов в СССР было освоено производство газобаллонных автомобилей, использовавших сжатый природный газ. Несколько тысяч таких автомобилей в течение нескольких лет эксплуатировались в Украине и Поволжье – районах, достаточно обеспеченных в то время природным газом.

Однако начальный уровень газоснабжения и относительно малый в то время объем добычи газа не позволили расширить применение газобаллонных автомобилей, а возросшая потребность других отраслей промышленности (например, по производству удобрений), не обеспеченных приростом добычи, привела, в конечном итоге, к прекращению выпуска таких машин и изъятия их из эксплуатации.

В настоящее время положение в корне изменилось. Отдельные магистральные газопроводы давно объединены в Единую Систему Газоснабжения, которая густой сетью покрывает всю европейскую часть России, Среднюю Азию, Приморский край и остров Сахалин. И газификация продолжается бурными темпами.

Таким образом, имеется комплекс факторов – от высоких качеств природного газа, как моторного топлива, до эффективного уровня развития Единой Системы Газоснабжения – определяющих широкие перспективы применения газового топлива на транспорте.

Косвенным подтверждением целесообразности использования природного газа в качестве топлива для ДВС служит широкое использование его в Италии, США, Японии, ФРГ, Канаде, Нидерландах.



## **1 Исследовательская часть**

### **1.1 Существующий рынок моторного топлива в России**

В России представлены такие виды моторных топлив как:

- Бензин.
- Дизельное топливо.
- Компримированный природный газ.
- Сжиженный нефтяной газ.
- Сжиженный природный газ.

Бензин - продукт переработки нефти, представляющий собой горючее с низкими детонационными характеристиками. Из сырой нефти производится до 50% бензина. Бензины предназначены для применения в поршневых двигателях внутреннего сгорания с принудительным воспламенением. Современные автомобильные бензины должны удовлетворять ряду требований, обеспечивающих экономичную и надежную работу двигателя, и требованиям эксплуатации: иметь хорошую испаряемость, позволяющую получить однородную топливовоздушную смесь оптимального состава при любых температурах; иметь групповой углеводородный состав, обеспечивающий устойчивый, бездетонационный процесс сгорания на всех режимах работы двигателя; не изменять своего состава и свойств при длительном хранении и не оказывать вредного влияния на детали топливной системы, резервуары, резинотехнические изделия и др. В последние годы экологические свойства топлива выдвигаются на первый план.

Значимые параметры бензина – октановое число и экологический класс. Октановое число – мера детонационной стойкости бензина.

Экологические классы — это категории, подразделяющие все произведенные в мире марки и модели автотранспорта в зависимости от содержания опасных веществ в выхлопах и испаряющемся топливе.

#### Автомобильный бензин марки А-92 (Regular motor gasoline)

Автомобильный бензин обычного качества. Содержит антидетонационные присадки. Самая распространенная марка бензина в крупных городах РФ. Производят этилированный с содержанием свинца не более 0,15 г/л и неэтилированный с содержанием свинца не более 0,013 г/л. Содержание серы - не более 0,05%. Плотность - не более 0,77 г/см<sup>3</sup>. Октановое число по моторному методу - 83, а по исследовательскому методу - 92. По качеству близок к европейской марке «регулар» и азиатской 92RON, но содержит на 30% больше свинца.

#### Автомобильный бензин марки АИ-95 (AI-95 premium motor gasoline)

Автомобильный бензин улучшенного качества. Готовят на основе бензина каталитического крекинга легкого дистиллятного сырья с изопарафиновыми и ароматическими компонентами и добавкой газового бензина. Содержит антидетонационные присадки. Производят неэтилированный (бесцветный) с содержанием свинца не более 0,013 г/л. Плотность не нормируется. Октановое число по моторному методу - 85, а по исследовательскому методу - 95. По качеству близок к европейской марке «премиум» и азиатской 95RON, но содержит на 30% больше свинца.

Автомобильный бензин марки АИ-95 «Экстра» (AI-95 Extra premium motor gasoline).

Автомобильный бензин улучшенного качества. Готовят на основе бензина каталитического крекинга легкого дистиллятного сырья с изопарафиновыми и ароматическими компонентами и добавкой газового бензина. Содержит антидетонационные присадки.

В 2021 году Россия использовала 17,39 млн.тонн бензина.

Средняя цена на бензин, в зависимости от октанового числа, по Республике Хакассия представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Средняя цена на бензин в Республике Хакассия за 2021 год

АИ-92	АИ-95	АИ-98
44,57	47,40	54,47

Дизельное топливо - это жидкий продукт, использующийся как топливо в дизельном двигателе, а с недавних пор - и в газодизелях. В настоящее время требования к качеству дизтоплива становятся все более строгими. Конечно, в разных странах имеются определенные расхождения, но четко обозначилась ориентация на снижение количества серы в составе топлива.

Процесс специальной нефтепереработки, в результате которого получается дизтопливо, носит название "перегонка" и в зависимости от технологии позволяет получать топливо двух различных марок: зимнее "З" - используется потребителями при температурах ниже 0 градусов, и летнее "Л" - при температурах выше 0 градусов. Помимо этих двух основных марок существует и третья - арктическая "А". Солярка марки "А" предназначена для использования при очень низких температурах вплоть до -50 градусов.

Дизтопливо имеет достаточно большое число различных характеристик, среди которых можно выделить несколько основных параметров.

Цетановое число. Определяет задержку воспламенения топлива. Т.е. через какой промежуток времени после впрыска топливной смеси в цилиндр произойдет её воспламенение. Чем выше цетановое число, тем короче этот промежуток. Среднее значение для дизтоплива - 40-50 единиц. При этом искусственное увеличение данного показателя выше 60 единиц уже не дает прироста к мощности мотора, а учитывая, что производить низкоцетановые нефтепродукты гораздо проще и дешевле, среднее значение для российского топлива сохраняется на уровне 45 единиц.

Цетановое число прирастает на шумность и мощность двигателя, а также на дымность и экологичность выхлопных газов.

Вязкость и плотность дизельного топлива - показатели, определяющие процессы смесеобразования и испарения топлива, попадающего в камеру сгорания двигателя.

Показатель химической стабильности дизтоплива определяет сопротивление солянки процессам окисления, активизирующимся при длительном хранении топлива. В этом случае на дне емкости с дизелем образуется осадок, предотвратить выпадение которого можно с помощью специальных присадок.

К основным эксплуатационным показателям дизтоплива относятся:

Цетановое число, которое является показателем его воспламеняемости. Его величина отображает способность топлива к воспламенению и период задержки (временной период от его впрыска до начала горения). Цетановое число дизельного топлива влияет на его затраты, жесткость работы двигателя, дымность газов и запуск двигателя. Чем выше это число, тем лучше воспламеняемость топлива, короче временные периоды между впрыском и воспламенением, плавность работы двигателя и экономико-технические показатели работы двигателя.

Цетановый индекс - цетановое число (расчетное), до добавления повышающей присадки в дизтопливо. Цетаноповышающие присадки по-разному влияют на физический и химический состав топлива, поэтому следует избегать их передозировки. Во избежание изменения состава, необходимо чтобы разница между цетановым числом и цетановым индексом была минимальной. Цетановый индекс является определяющим фактором качества дизельного на промежуточной стадии его производства.

Фракционный состав, как и цетановое число, - это показатель качества дизтоплива. Он определяет издержки топлива во время работы двигателя, легкость запуска и бесперебойность работы, износ деталей, образование нагара и закоксованности на форсунках, пригорания колец. Средняя испаряемость (температура выкипания половины объема топлива) отображает рабочие фракции топлива, от которых зависит запуск двигателя,

время прогрева, стабильность и приемистость работы, плавность переключения режимов работы. Полнота испарения топлива - температура, при которой выкипает 95% топлива. Если ее значение велико, то топливо не успевает полностью испариться и оседает на стенках цилиндра в виде пленки или капель, что в свою очередь приводит к образованию нагара, разжижается масло и снижается рабочий ресурс.

Температура вспышки в закрытом тигле - самое низкое значение температуры топлива, при которой над поверхностью образуется воспламеняющаяся смесь паров, газов и воздуха.

Массовая доля серы - характеристика по своей сути двойственная. С одной стороны, повышенное содержание серы указывает на "грязный" выхлоп, а так же приводит к образованию кислотных соединений, которые снижают качество масла в двигателе. Ухудшается качество смазывающих, износостойких и моющих характеристик масла, а также образовывается серный нагар. Результат - малый ресурс работы двигателя. Во избежание амортизации двигателя, приходится сокращать межсервисный промежуток для обслуживания автомобиля, а, следовательно, повышаются расходы владельца.

В 2021 году Россия использовала — 25,2 млн.тонн дизельного топлива и средняя цена на него составила 55,85 рублей за литр.

В таблице 1.2-представлены данные о продаже моторных топлив за 2021 год.

Таблица 1.2 - Статистика по продаже моторного топлива в России

Вид топлива	Количество топлива млн.тонн
Бензин	17,39
Дизель	25,2
СНГ	1,56
КПГ	0,938

Продолжение таблицы 1.2

СПГ	$\approx 0$ (общее количество проданного топлива 126,35)
-----	--

## 1.2 Виды газового моторного топлива

Горючие газы, применяемые в качестве моторного топлива для автомобилей, можно условно разделить на три основных вида, влияющей на возможность использования на разных классах автомобилей (легковых, грузовых, автобусов):

1. Сжиженные нефтяные газы (СНГ);
2. Компримированные (сжатые) природные газы (КПГ);
3. Сжиженные природные газы (СПГ).

### *Сжиженный нефтяной газ*

Сжиженный нефтяной газ – (пропан-бутановая смесь) – продукт переработки нефти реализуется через сеть автомобильных газозаправочных станций (АГЗС). В первую очередь он используется в качестве топлива для газификации коммунально-бытового сектора, а также в качестве сырья для нефтехимической промышленности; его объем для использования в качестве моторного топлива в России составляет около 5%.

Основными компонентами сжиженного нефтяного газа являются пропан  $C_3H_8$ , бутан  $C_4H_{10}$  и их смеси. Получают эти углеводороды из газов, сопутствующих нефти, при бурении скважин и из газообразных фракций, образующихся при различных видах переработки нефтепродуктов

Хранят сжиженные газы в баллонах емкостью 250 л (162...225 л газа обеспечивают запас хода автомобиля до 500 км), рассчитанных на рабочее давление 1,6 МПа. В таких условиях даже чистый пропан находится в

жидком виде, что позволяет эксплуатировать автомобили на сжиженных нефтяных газах (СНГ) круглогодично.

СНГ вдвое дешевле бензина и при этом обеспечивают до 10...20% экономии энергии, т.е. для автомобиля, расходующего на 100 км. пробега 15 л. высокооктанового бензина, достаточно 13 л. СНГ, а для автомобиля с расходом 11 л. Бензина на 100 км. достаточно 9,8 л СНГ.

Цена газа - 22.85 рублей за литр.

При переходе транспортных средств дизелей на сжиженный газ самым рациональным является непосредственное впрыскивание в цилиндр двигателя топливной смеси, состоящей из сжиженного газа (пропан - бутана), дизельного топлива и присадки, интенсифицирующей процесс горения. Этот способ требует менее сложной переделки топливоподающей аппаратуры и позволяет обеспечивать регулирование двигателя. Введенное в состав бутан - пропановой смеси некоторое количество обычного дизельного топлива улучшает ее самовоспламеняемость и одновременно смазывает трущиеся детали топливной аппаратуры.

Пропан и бутан являются ценным сырьем для химической промышленности, что ограничивает перспективы их широкого применения на автомобильном транспорте.

### *Компримированный природный газ(КПГ)*

Компримированный природный газ для использования в качестве топлива в двигателях внутреннего сгорания. Компримирование газа производится на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС), куда газ поставляется от магистральных трубопроводов. Компримированный природный газ используется на легковых автомобилях, пассажирском, лёгком, грузовом транспорте и коммунальной технике.

Компримированный газ имеет более высокое октановое число и удельную теплоту сгорания, чем нефтяное топливо или сжиженные

углеводородные газы и не меняет физико-химические свойства при низких температурах. Октановое число компримированного природного газа находится в диапазоне 110—125. Однако КПП уступает бензину и пропан-бутану в теплоте сгорания, и обеспечивает на 6—8% меньшую производительность в двигателях, рассчитанных на два вида топлива.

Транспортные средства, использующие компримированный природный газ, имеют меньшие эксплуатационные расходы. Стоимость 100 километров пробега легковых автомобилей, грузовиков и автобусов на КПП в 1,5—2,5 раза ниже аналогичного показателя для транспорта на бензине, дизельном топливе или сжиженном углеводородном газе.

Компримированный природный газ не образует нагар на поршнях, клапанах и свечах зажигания, не разжижает масло в картере, благодаря чему межремонтный пробег автомобиля, срок службы моторного масла, свечей и цилиндропоршневой группы увеличивается. Уменьшение нагрузки на двигатель также обеспечивает снижение шума.

Цена за 1 м<sup>3</sup> составляет 21,24 рубля.

### *Сжиженный природный газ*

Сжиженный природный газ (СПГ)— это природный газ, охлажденный до температуры -162°С. СПГ представляет собой бесцветную жидкость без запаха, которая не токсична и не вызывает коррозии. Кроме того, это не самовозгорающийся газ, что отличает его в плане безопасности. В жидком состоянии газ занимает гораздо меньший объем. Одинаковое количество СПГ и КПП отличаются по объему в 600 раз.

К наиболее перспективным видам топлива, соответствующим экологическим требованиям и характеризующимся высоким экономическим эффектом, относится СПГ. При одинаковых нормах расхода СПГ с дизельным топливом цена газомоторного топлива в 1,5-2 раза меньше. Наибольшая эффективность обеспечивается при переводе на использование



СПГ тяжелых и сверхтяжелых грузовых автомобилей, а также автобусов, работающих на междугородных маршрутах. Эти автотранспортные средства совершают значительный суточный пробег и потребляют много топлива, поэтому их переход на СПГ обеспечит существенную экономию эксплуатационных расходов перевозчиков.

Сжиженный природный газ существенно снижает коррозию и износ частей двигателя по сравнению с бензином. Дизельные моторы, работающие на природном газе, зачастую проходят свыше 800 000 км без капремонта.

Преимущества СПГ по сравнению с КПГ: низкое давление хранения СПГ (максимум до 10-20 кгс/см<sup>2</sup>). по сравнению с давлением в 250 кгс/см<sup>2</sup>). в автомобильных баллонах КПГ); меньшие габариты, масса и стоимость транспортировки топлива одного и того же энергосодержания; увеличенная длина пробега транспортных средств при одинаковых размерах топливных баков СПГ и баллонов КПГ.

Плотность СПГ составляет примерно от 0,41 кг/л до 0,5 кг/л, в зависимости от температуры,

Средняя стоимость сжиженного природного газа на заправочной станции составляет 22,9руб/кг.

При текущей разнице в ценах между дизельным и газовым топливом, например, газовые автомобили КАМАЗ-5490-5P NEO 2 позволяют снизить затраты на топливо в 2 раза. Более подробные расчеты газа для магистрального режима движения представлены в таблице 1.3

Таблица 1.3 -Расход газа для магистрального режима движения при полной массе

Автомобиль	КАМАЗ5490 дизель	КАМАЗ 5490КПГ	КАМАЗ 5490СПГ
Стоимость топлива, руб/л(м <sup>3</sup> ).	55,85	21,24	11,5

Продолжение таблицы 1.3

Расход дизельного топлива, л/100км.	33	-	-
Расход КПГ, м <sup>3</sup> /100км.	-	40	-
Расход СПГ, л/100км.	-	-	54
Затраты на топливо, руб/100км.	1843	849,6	621
Экономия на топливе, руб/100км.	-	993,4	1222

### 1.3 Программы по развитию СПГ.

Российское правительство утвердило долгосрочную программу развития производства сжиженного природного газа (СПГ) с периодом реализации до 2035 года. Цель программы — занять 20% мировых поставок СПГ против текущих 8%.

За 15 лет производственные мощности сжиженного газа должны вырасти в три раза, а производство к 2035 году должно достичь 140 млн.тонн. В настоящее время экспорт СПГ из России разрешен компаниям, которые до 1 января 2013 года получили лицензии на разработку месторождений с последующим строительством заводов СПГ. Фактически речь идет о ПАО«Газпром» и ПАО«Новатэк». Мировой рынок газа продолжает развиваться. По оценке компании Shell, спрос на СПГ в мире к 2040 году вырастет в 2 раза до 700 млн.тонн. При этом ожидается, что ежегодные темпы роста мирового спроса в период с 2021 по 2025 год составят 3–5%.

Новая программа создаст дополнительные возможности для газификации территорий страны, в том числе Дальнего Востока и Арктики. Будут созданы условия для инвесторов, которые реализуют проекты в этой сфере. Кроме того, будут усовершенствованы механизмы государственного регулирования, чтобы стимулировать более широкое использование отечественных технологий в газовой отрасли.

Одновременно с ростом производства сжиженного природного газа планируется создать базу для увеличения его потребления, развивать инфраструктуру для автономной газификации территорий, расширять меры господдержки для более эффективного и активного применения газомоторного топлива в транспортном комплексе. Важно наращивать и экспорт, учитывая, что спрос на сжиженный природный газ в мире демонстрирует активный рост, в том числе из-за его высокой экологичности.

На рисунке 1 представлена карта спроса на сжиженный природный газ до 2025 года в России.

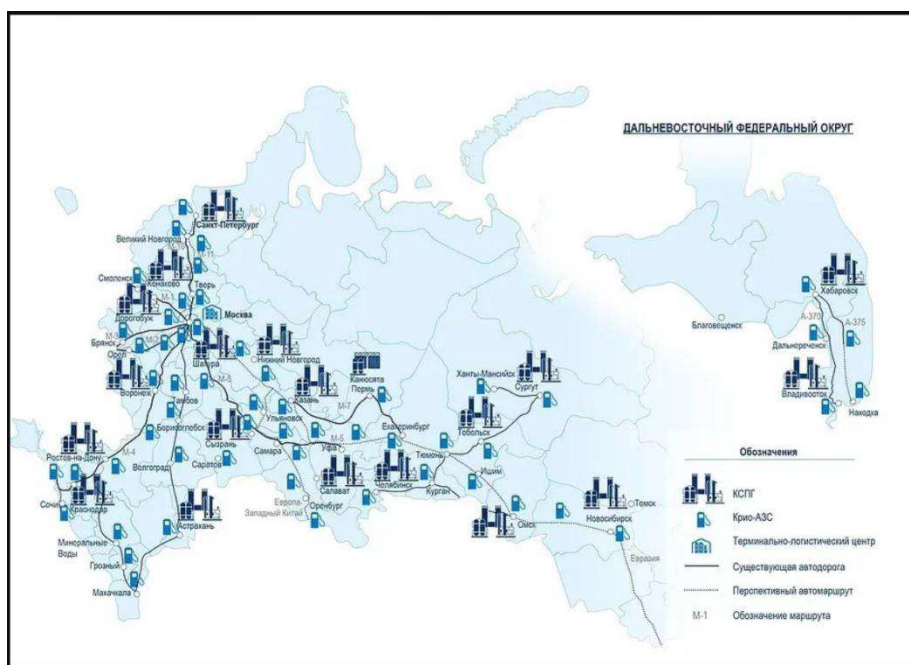


Рисунок 1 - Прогноз потенциального спроса на сжиженный природный газ в России до 2025 года

Важнейшей предпосылкой для развития станет расширение использования российских технологий. Речь идёт об оборудовании, предназначенном для сжижения и очистки газа, специальных компрессорах, криогенных агрегатах, автономных СПГ - энергетических комплексах и интегрированных системах управления. Российским компаниям, которые могут производить такое оборудование, будут предложены меры господдержки.

Ещё одно направление работы – малотоннажное производство СПГ. Реализация проектов в этой сфере ускорит газификацию регионов, обеспечит энергией объекты, расположенные вдали от магистральных газопроводов.

В целом выполнение программы поможет раскрыть ресурсный потенциал Ямала, и севера Красноярского края, а также – в перспективе – арктического шельфа, привлечь новых инвесторов и нарастить экспорт российского СПГ.

СПГ будет продаваться на криогенных газовых заправках. Бюджетные деньги на строительство АГЗС выделяют частным компаниям на конкурсной основе. На первом этапе планируется построить 80 станций, их расположат вдоль федеральных трасс.

Субсидии будут предоставляться для реализации комплексных проектов, предполагающих ввод газозаправочной инфраструктуры на всей протяженности автомобильной дороги.

Претенденты на господдержку должны пройти конкурсный отбор. По его результатам определится и объем финансовой помощи. Норматив субсидирования строительства будет установлен в зависимости от мощности криогенной автозаправочной станции. Правилами определен предельный срок ввода газозаправочной инфраструктуры — не позднее 1 октября 2023 года.

СПГ считают очень перспективным топливом, плотность энергии в нем в 2,5 раза выше, чем у компримированного природного газа (КПГ), поэтому сжиженный природный газ может обеспечивать автомобилям большой запас

хода на одной заправке. Предполагается, что основным потребителем СПГ станет коммерческий транспорт — магистральные грузовики, автобусы, сельхозтехника.

#### **1.4 Постановка проблемы**

На территории Российской Федерации строительство новых газовых заправок ведется крайне медленно. В настоящее время в стране их функционирует порядка 730, к концу 2024-го года их число должно вырасти до 1273. Чтобы выполнить задачу правительства по внедрению транспорта на сжиженном природном газе, необходимо открывать не менее 200 таких заправок ежегодно.

Газовый транспорт уже подтвердил высокую окупаемость за счет низкой цены топлива и уменьшения эксплуатационных издержек. Несмотря на то, что затраты на сжижение газа увеличивают его стоимость, на рынке сегодня его цена ниже, чем у бензина и дизельного топлива. Цена на метан в России ниже бензина марки АИ-95 более чем в два раза.

Для развития рынка газомоторного топлива СПГ в нашей стране необходимо решить три проблемы:

1. Значительно расширить сеть малотоннажных заводов по сжижению газа.
2. Значительно расширить сеть АГЗС по снабжению транспортных средств СПГ.
3. Стимулировать расширение закупки, производства и переоборудования транспортных средств, оснащенных оборудованием для работы на СПГ.

Решение первой проблемы предполагается за счет государственных программ и ПАО «Газпром». Для решения второй и третьей проблемы необходимо создавать условия для стимулирования частной инициативы в регионах.

Таким образом, существует актуальная задача по расширению сети АГЗС по снабжению транспортных средств сжиженным природным газом и переоборудованию автомобилей на сжиженный природный газ.

## 2 Технологическая часть

### 2.1 Место расположения АГЗС

#### *Характеристика площадки*

Площадка под строительство относится к IV строительно-климатическому району. Направление господствующих ветров юго-западное.

Рельеф площадки ровный.

Заболоченности и зеленые насаждения отсутствуют.

Территория свободна от застройки.

На застраиваемой площадке памятников истории и культуры нет.

Грунтовые воды до глубины 6.0 м не вскрыты. Предполагаемая глубина залегания грунтовых вод 12.0-15.0 м.

Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов — 2.40м.

С поверхности площадка задернована почвенно-растительным слоем мощностью 0,2м.

Данный объект строительства классифицируется разделом 7.1.12 санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 как объект транспортной инфраструктуры и относится к IV классу объектов, п.5 для которых ориентировочный размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ) составляет 100 м.

Санитарно-защитная зона имеет площадь 48000 м<sup>2</sup>, 60,0% этой площади составляет озеленение — участки с естественным покровом и зелеными насаждениями. Дополнительного благоустройства санитарно-защитной зоны не требуется.

Организация рельефа предусматривает сплошную вертикальную планировку.

Над территорией будущей заправки не располагается линия электропередач.

Отвод поверхностных вод предусмотрен открытым способом с обеспечением нормального стока по спланированной поверхности в продольные лотки прилегающей дороги. Для принятия и перепуска вод из продольного лотка существующей дороги, с учетом проложенной выше по рельефу водоперепускной трубы, предусмотрено устройство двух водоперепускных лотков. В местах переезда через водоперепускные лотки устанавливаются плиты перекрытия.

При выборе места расположения АГЗС было выбрано место на улице Аскизская вблизи заправки Газоил, которая располагается по адресу г.Абакан ул.Аскизская 242. На рисунке 2 изображено место предполагаемого расположения АГЗС.

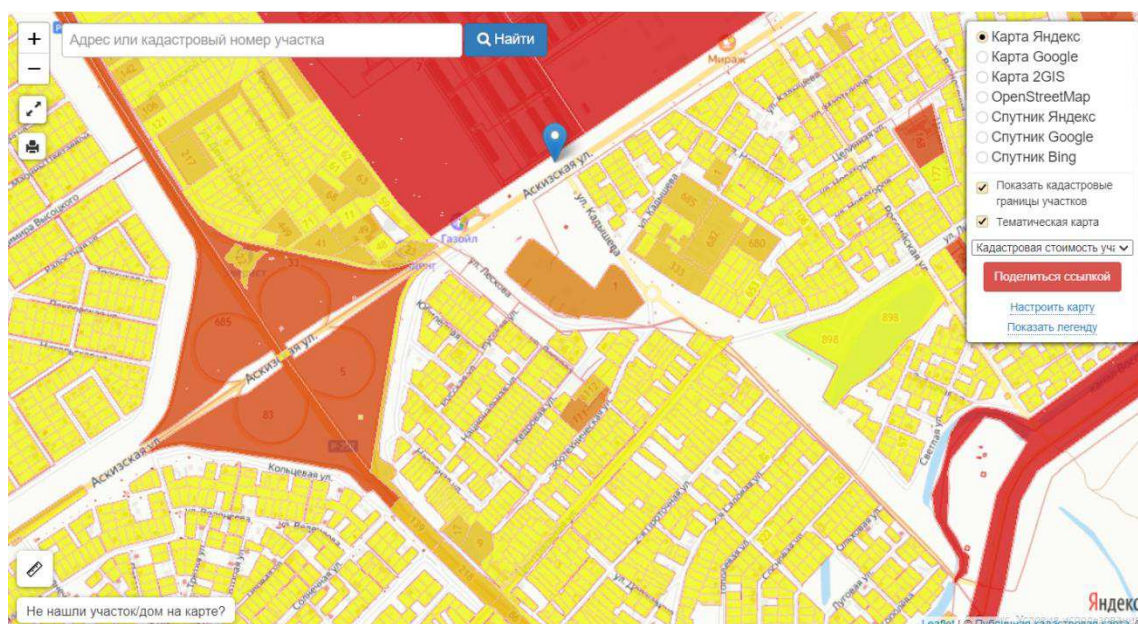


Рисунок 2– Место расположения АГЗС

### *Объемно-планировочные решения*

Операторная представляет собой единый блок основного и вспомогательных помещений в следующем составе:

- 1.Операторная.



2. Электрощитовая.

3. Тамбур.

Здание операторной одноэтажное с размерами в плане 6,3 х 3,6 м и высотой до низа несущих конструкций 2,5 м. Степень огнестойкости здания — II, класс конструктивной пожарной опасности CO.

Размеры операторной:

1. Общая площадь — 23,89 м<sup>2</sup>.

2. Строительный объем — 115,4 м<sup>3</sup>.

3. Площадь застройки — 32,83 м<sup>2</sup>.

## **2.2 Проект доставки топлива на АГЗС**

### *Перевозка сжиженного природного газа железнодорожным транспортом*

Для транспортировки СПГ железнодорожным транспортом используют криогенные цистерны для сжиженных газов: внутренний резервуар изготовлен из алюминиевого сплава; цилиндр внешнего кожуха — из углеродистой стали.

Пространство между внутренней емкостью и защитной оболочкой заполняет тонкодисперсный порошок в вакуумной среде; исполнение — горизонтальное.

Конструкция оснащена приборами замера уровня, температуры и давления жидкости в сосуде, предохранительными клапанами, устройством безопасного сброса вещества в атмосферу. Предусмотрена собственная система пожаротушения.

Ручная запорная арматура для налива/слива продукта расположена с одной или по обе стороны резервуара в зависимости от модели оборудования.

После доставки в место назначения груз сразу же перекачивается в специально отведенное хранилище.

Для Республики Хакасия, данный вид транспортировки, не рентабелен так как на железной дороге нет специально отведенных хранилищ.

### *Перевозка сжиженного природного газа автотранспортом.*

Автотранспорт активно используется при транспортировке сжиженного природного газа (СПГ). Важно понимать, что к ним предъявляются повышенные требования из-за больших нагрузок, которые воздействуют на машины. Чтобы машина имела возможность осуществлять перевозки таких грузов, они оснащаются специальными цистернами и вспомогательным оборудованием. Поскольку транспортировка газа сопряжена с высокой степенью риска, машины обязательно проверяются на предмет безопасности перед каждым рейсом. Любые нарушения потенциально могут повлечь за собой не просто порчу груза, но и создание чрезвычайно опасных ситуаций на дорогах автомагистралях.

Используемые автомобили при перевозках сжиженного газа автотранспортом используются два основных вида машин: Автоцистерны. Они же газовозы. Это специальные автомобили, оснащённые комплексом необходимого оборудования, предназначенного для хранения и транспортировки газа; Грузовики. Грузовые машины могут применяться, если газ транспортируется в баллонах. При этом к грузовым машинам также предъявляются повышенные требования по безопасности, позволяющие избегать порчи груза. Марка и модель автомобиля особой роли не играет. Здесь важно, чтобы машина обладала прочным и надёжным шасси. Отечественные автоперевозчики часто используют машины типа ЗИЛ и ГАЗ. Но постепенно транспортные компании, оказывающие услуги по транспортировке сжиженного газа, переходят на импортные модели газовозов и грузовиков: DAF; Iveco; Volvo; Mercedes; Renault; Scania и пр. Если говорить о грузовиках для перевозки газа в баллонах, то здесь предусматривается наличие металлической основы в виде специальной

клетки. Она позволяет загружать и надёжно фиксировать баллоны. Каждый баллон обязательно перед загрузкой проверяется на предмет наличия исправной заглушки и предохранительного клапана. Далее они загружаются в отдельные ячейки. Баллоны всегда перевозятся в горизонтальном положении.

На рисунке 3 представлен маршрут доставки сжиженного природного газа из города Омск в город Абакан.

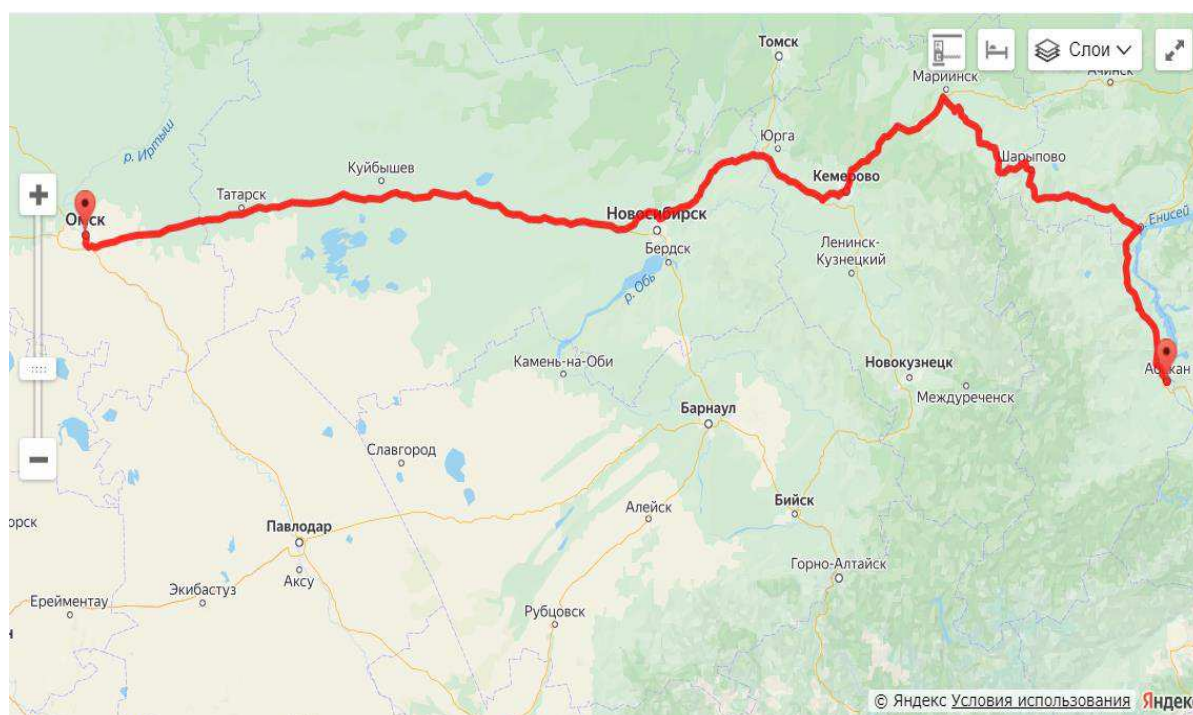


Рисунок 3- Маршрут доставки сжиженного природного газа

На рисунке 4 представлен маршрут доставки сжиженного природного газа из города Томск в город Абакан.

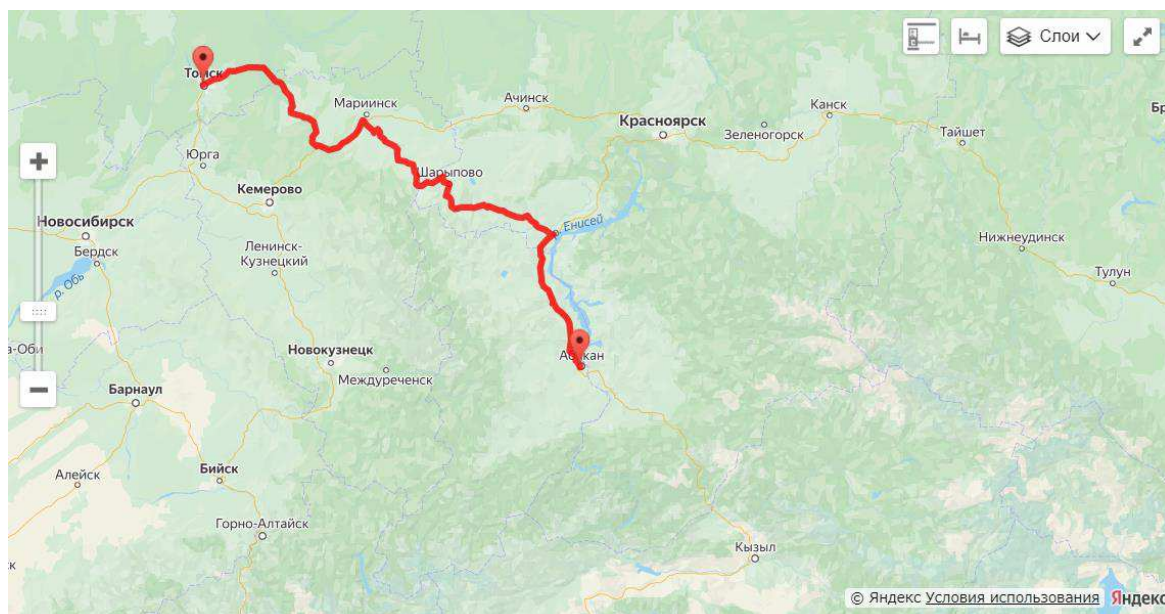


Рисунок 4- Маршрут доставки сжиженного природного газа

Для бесперебойной доставки сжиженного природного газа необходимо иметь несколько заключенных контрактов. на покупку СПГ Один, из которых будет с Омским заводом по сжижению газа, второй с Томским заводом по сжижению газа. Сотрудничество с несколькими партнерами снижает вероятность срыва поставок, позволяет выбирать более выгодные условия взаимодействия.

Доставка сжиженного природного газа будет осуществляться с Омского завода по сжижению газа, на транспортном средстве Volvo FE технико-экономические показатели техники представлены в таблице 2.1

Таблица 2.1 – Технико-экономические показатели VolvoFE

Модификация	Volvo FE
Модельный год	2020
Страна сборки	Швеция
Тип кузова	Шасси
Габаритные размеры длинна ширина высота, мм.	6300, 2550,3800

Продолжение таблицы 2.1

Модель двигателя	G9K
Рабочий объем, см <sup>3</sup> .	7140
Мощность ,кВт.	235,36
Крутящий момент Н*м.	1356
Коробка передач	АКПП
Периодичность ТО, км.	60000
Цена, руб.	12000000

На рисунке 5 представлен внешний вид транспортного средства на котором и будет производиться доставка сжиженного природного газа в Абакан.



Рисунок 5– VolvoFE

Транспортировка сжиженного природного газа производится с помощью Автоцистерны ПЩТ (полуприцеп-цистерна транспортная) объемом 48м<sup>3</sup>.

Основные технико-экономические показатели приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.2 - Основные технико-экономические показатели автоцистерны ПЩТ

Состояние	Новая
Оси	BPW(3шт)
Рабочая температура, °С.	+50/-196
Пакет документов	Для РОСТЕХНАДЗОРа
Объем, м <sup>3</sup> .	48
Сертификат	TPTC 032/2013, ADR, ASME (ISO)
Цена, руб.	4750000

На рисунке 6 показан внешний вид полуприцепа-цистерны транспортной.



Рисунок 6 – Внешний вид полуприцепа-цистерны транспортной

Периодичность поставки газа на АГЗС будет обусловлена объемами потребления сжиженного природного газа.

### **2.3 Комплектация АГЗС**

Комплекс сооружений автомобильной газозаправочной станции предназначен для заправки баллонов топливной системы легковых и специализированных автотранспортных средств сжиженным природным газом.

Единственное серьезное препятствие для активного распространения применения СПГ – это малое количество заправок. Но в этой области в последние годы очевидны значительные сдвиги. Проблемой начали серьезно заниматься крупнейшие предприятия, которые понимают, что развитие сети заправочных комплексов СПГ – важная составляющая развития рынка пассажирских и грузовых перевозок в России.

Комплекс сооружений автомобильной газовой заправочной станции предназначен для осуществления следующих процессов:

1. Заправки баллонов топливной системы легковых и специализированных автотранспортных средств сжиженным природным газом(СПГ)

2. Приема и хранения сжиженного природного газа (СПГ);

3. Поднятие давления жидкости СПГ до 5-8 бар;

4. Заправка транспортных средств

Станция представляет из себя заводское изделие повышенной степени готовности и включает в себя все основные компоненты для безопасного приема, хранения и заправки с автоматическим контролем всех производственных процессов.

#### *Емкость СПГ*

Тип - вакуумная изоляция, вертикальная установка.

Внутренняя емкость объем-47000 литров.

Максимальное давление - 12 бар.

Расчетная температура -196°C / +49 °C.

Внешняя емкость, объем - 50000 литров.

Расчетное давление -1 бар.

Расчетная температура - -40 °C / +50 °C.

Материал –CarbonSteel.

Тип изоляции - Perlite + вакуум.

#### *Описание процесса заправки СПГ*

Криогенный погружной насос перекачивает холодный СПГ из емкости к раздаточной колонке.



СПГ содержащийся в резервуаре хранения, постоянно поддерживается на насыщенном уровне.

С помощью газораздаточной колонки СПГ поступает в бак автомобиля.

### *Линия СПГ*

Погружная насосная установка для перекачки СПГ служит для подачи СПГ из стационарного резервуара в топливно-раздаточную колонку. Помимо криостата и погружного насосного агрегата, данная насосная установка также включает в себя все компоненты, необходимые для работы с СПГ, для безопасности и надежности.

Характеристики погружной насосной установки для перекачки СПГ:

- 1.Электродвигатель: работает с преобразователем частоты и внутри емкости для СПГ с вакуумной изоляцией.
- 2.Максимальное.давление всасывания - 25 бар.
- 3.Количество ступеней: 2 ступени.
- 4.Номинальный поток продукта до 430 л / мин.;
- 5.Дифференциальное давление (максимальное) до 12 бар.
- 6.Скорость насоса до 6000 об/мин. (при 104 Гц).
- 7.Установленный электродвигатель - 12,6 кВт 6000 об / мин. 400 В 2Р 104 Гц.
- 8.Сертификат АТЕХ (для использования с преобразователем частоты в шкафу управления).

Насос монтируется на окрашенной стальной раме и включает в себя следующие основные компоненты:

- 1.Вакуум - изолированную криогенную емкость.
- 2.Криогенный пневматический клапан на всасывающем трубопроводе DN 50 Herose.
- 3.Криогенный пневматический клапан на обратной линии DN 32 Herose.

- 4.Криогенный пневматический клапан на напорной линии DN 25 Herose.
- 5.Криогенный пневматический клапан на линии насыщения DN 25 Herose.
- 6.Криогенный пневматический клапан на линии обратного газа DN 15 Herose.
- 7.Криогенный пневматический клапан на байпасной линии DN 25 Herose.
- 8.Гибкие шланги на всасывающих, возвратных и вентиляционных линиях.
- 9.Датчик температуры PT100 на линии всасывания.
- 10.Датчик температуры PT100 на обратной линии.
- 11.Датчик температуры PT100 на электрическом подключении для контроля и обнаружения утечки.
- 12.Электрическое соединение с системой уплотнения газа.
- 13.Трубопроводы для подключения емкости СПГ с вакуумной изоляцией.
- 14.Фильтр на линии всасывания.
- 15.Клеммная коробка во взрывозащищенном исполнении – ATEX.
- 16.Манометр с ручным запорным клапаном.
- 17.Клапаны для отбора жидкой и газовой фракции на изолированной емкости.
- 18.Трехходовой клапан и 2 предохранительных клапана Herose, установленное давление = 20 бар.
- 19.Преобразователь давления на линии нагнетания.
- 20.Изолированная линия всасывания с предохранительным клапаном.
- 21.Изолированная обратная линия с предохранительным клапаном.
- 22.Изолированная линия слива.
- 23.Изолированная линия насыщения с предохранительным клапаном.

24. Линия возврата изолированного газа с предохранительным клапаном.

25. Изолированная байпасная линия с предохранительным клапаном.

26. Клапаны и другие компоненты для дозирочной системы.

Насос СПГ управляется с помощью программируемого контроллера (PLC), установленного в основном распределительном щите.

### *Испаритель насыщения*

Испаритель насыщения нагревает подающийся из емкости СПГ и частично отпускает его обратно в емкость. Другая часть добавляется в СПГ, который подается к колонке. Повышая температуру, СПГ достигает насыщенного состояния и может использоваться на всех обычных транспортных средствах СПГ.

Характеристики испарителя насыщения:

1. Материал: Al 6060.
2. Расчетное давление: 40 бар.
3. Расчетная температура:  $-196^{\circ}\text{C} / +60^{\circ}\text{C}$ .

Характеристика заправочной СПГ - колонки:

1. Макс. пропускная способность: 100 кг/мин.
2. Напряжение: 230 В., 50 Гц., 300 Вт.;
3. Класс защиты: IP54.

### *Щит электроуправления*

Одна из основных функций щита электроуправления - контроль за производственными параметрами насосного агрегата во время всех процессов. При возникновении нештатных ситуаций - автоматика немедленно останавливает работу насоса.

Щит электроуправления включает в себя:

1. LCD панель для контроля всех параметров процесса заправки и состояния насоса. Используется в том числе для внесения изменений в производственные параметры;

2. Кнопка включения/выключения насоса;

3. Лампы контроля параметров;

4. Кнопка аварийного выключения;

5. Звуковая сирена;

6. Термозащита мотора;

7. Контакты для подключения внешних кнопок управления.

Исполнение щита предусматривает:

1. Постоянный контроль температуры и давления в комплексе;

2. Температура насоса PT100;

3. Защита сухого хода PT100;

4. Контроль высокого давления.

Исполнение панели управления предусматривает коммуникацию с периферийными приборами контроля состояния газа после испарительной группы.

Щит электроуправления предусматривает возможность автоматического охлаждения насоса.

Щит электроуправления может быть размещен непосредственно на раме насосного комплекса, либо размещен в другом подходящем месте.

### **Разрешительные документы**

2014/68/EU Директива для оборудования под давлением;

2006/42/EC Директива для машин и оборудования;

2014/35/U Директива низковольтного оборудования;

2014/34/U Директива АTEX.

### **Дополнительные услуги**

Проектные работы: допустимы, по договоренности;

Монтаж и пусконаладка: допустимы, по договоренности;

Шеф-монтаж: допустимы, по договоренности;

Стоимость оборудования:

550 000 €

3 850 000 CNY.

36 498 000 руб.

На рисунке 7 представлена заправочная станция СПГ.



Рисунок 7- заправочная станция СПГ

База хранения относится к специальным объектам с уровнем защиты 0,95. Защита резервуаров от прямых ударов молнии в данном проекте осуществляется за счет проектируемых молниеотводов АГЗС, так как входит в зону их защиты. Защита от вторичных воздействий молнии(всегда сочетается с защитой от статического электричества) - производится соединением металлических корпусов резервуаров с системой заземления заземляющими проводниками через каждые 5м. В качестве заземлителей выступают 4 уголка сечением 308 мм<sup>2</sup> каждый, забитых в дно котлована 2.5м и соединенных между собой голосовой сталью 40x4мм.

Соединение стержней производить ручной электродуговой сваркой по ГОСТ 5264 с толщиной шва не менее 4мм, длиной шва не менее 40мм. Для заземления надземных газопроводов от вторичных воздействий молнии используются металлические конструкции (опоры). Прокладка воздушных линий электропередачи над территорией АГЗС не допускается.

#### **2.4 Расчет объемов реализации**

Данная газозаправочная станция рассчитана на 47000 литров СПГ.

Цена сжиженного природного газа на бирже 13 рублей за 1м<sup>3</sup>.

Расчет производительности АГЗС.

Производительность АГЗС определяется технологией выполнения работ и количеством наполнительных колонок.

Продолжительность заправки автомобиля с учетом всех операции рассчитывается по специальной формуле:

$$T=t_1+t_2+t_3+t_4+t_5, \quad (2.1)$$

где  $t_1$  - время подхода автомобиля к колонкам;

$t_2$ - время подготовки к заправке СПГ;

$t_3$  - технологическое время заправки СПГ;

$t_4$  - время окончания заправки;

$t_5$  - время отхода автомобиля от колонок.

Время подхода автомобиля к колонке от места ожидания (50 м), скорость движения 5 км/ч/ (1,4 м/с):

$$t_1 = S/V, \quad (2.2)$$

где, S- пройденный путь;

V–Скорость;

$$t_2 = 90 \text{ с.}$$

Время непосредственной заправки СПГ :

$$t_3 = 1,7 \text{ мин} = 100 \text{ с.}$$

Время окончания заправки:

$$t_4 = 40 \text{ с.}$$

Время отхода автомобиля от заправочного островка:

$$t_5 = 20 \text{ с.}$$

Итого, продолжительного заправки одного автомобиля составит:

$$T = 36 + 90 + 100 + 40 + 20 = 286 \text{ с} = 4,8 \text{ мин.} \quad (2.3)$$

Максимальное количество автомобилей, заправленных на одной колонке в час:

$$N_a = 3600/286 = 12 \text{ транспортных средств.} \quad (2.4)$$

Из этого следует, что производительность одной колонки - 12 транспортных средств в час.

Деятельность газовой автозаправочной станции связана с заправкой криогенных баков автотранспортных средств (грузовых, специальных и

легковых автомобилей) сжиженным природным газом(СПГ) с количеством заправок—22 в сутки со средним разовым заправочным объемом — 300л.

Планируемое количество работающих - 2 человека.

Режим работы круглогодичный, сменный по 24 часа.

Данный объект строительства классифицируется разделом 7.1.12 санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 как объект транспортной инфраструктуры и относится к IV классу объектов, п.5 для которых ориентировочный размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ) составляет 100м.

Санитарно-защитная зона имеет площадь 48000м<sup>2</sup>, 60,2% этой площади составляет озеленение — участки с естественным покровом и зелеными насаждениями. Дополнительного благоустройства санитарно-защитной зоны не требуется.



### 3. Экономические потребления

#### 3.1 Расчет стоимости доставки

##### *Расчет стоимости доставки из города Омск*

В стоимость доставки входят следующие виды затрат:

1. Затраты на топливо определяются исходя из линейных норм расхода на 100 километров пробега, утвержденных для определенной марки грузового автомобиля. Для груженых автомобилей норма расхода увеличивается и при расчете принимается во внимание не только километраж пробега, но и объем выполненной транспортной работы.
2. Ремонт и замена автомобильных шин определяются исходя из стоимости шин, количества колес, пробега автомобиля по нормам износа, утвержденным Правилами эксплуатации автомобильных шин;
3. Ремонт и техническое обслуживание подвижного состава высчитываются в соответствии с нормами расхода материалов и запасных частей на техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей;
4. Заработная плата. В нее входит заработная плата водителей, специалистов и служащих, руководителей, а также ремонтных и вспомогательных рабочих; определяется в соответствии с тарифной сеткой, положениями об оплате труда, структурой и штатным расписанием.

Расчет заработной платы водителя в год, руб.

$$ЗП = (O + P * N) * n, \quad (3.1)$$

где O – заработная плата водителя за месяц;

N- количество дней в рейсе;

P – суточные водителя;

n – количество месяцев.

Расчет заработной платы оператора в год:

$$ЗП = O * n \text{ рублей} \quad (3.2)$$

где,  $O$  - оклад оператора за месяц.

$n$  – количество месяцев.

Транспортный налог в Республике Хакасия на транспортное средство Volvo FE обойдется 89250 рублей.

Страховой полис на это транспортное средство составит 10750 руб.

Затраты на топливо в год:

$$Z_{ТГ} = (V_{\text{тоб}} * Q) * N * n \text{ рублей} \quad (3.3)$$

где,  $V_{\text{тоб}}$  - объем топлива за один оборот

$N$  – кол-во оборотов в месяц

$Q$  - стоимость топлива

$n$  – количество месяцев

Расчет затрат на ТО в год:

$$Z_{\text{ТО}} = (S * N * n) / I_{\text{ТО}} \text{ рублей} \quad (3.4)$$

где,  $S$  – расстояние оборота

$N$  – кол-во оборотов в месяц

$n$  – количество месяцев в год

$I_{\text{ТО}}$  – периодичность технического обслуживания

Результаты расчетов представлены в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Затраты на доставку

Год работы АГЗС	1	2	3	4	5
Налог на тягач по доставке, руб.	100000	100000	100000	100000	100000
Зарплата водителю, тягача, руб.	1521000	1536000	1581000	1616000	1671000
Затраты на топливо тягача, руб.	468000	585000	702000	772000	994500
Затраты на ТО тягача, руб.	700000	700000	180000	180000	270000
Итоговые затраты, руб.	2789000	2921000	2563000	2668000	3035500

Исходя из таблицы можно сделать вывод о том, что при потреблении 2,4 м<sup>3</sup> в сутки затраты составляют 100%, а на пятый год при объеме потребления 6,6 м<sup>3</sup> затраты вырастут на 9%.

### 3.2 Расчет стоимости АГЗС

#### *Балансовая стоимость оборудования*

В балансовую стоимость АГЗС входят такие параметры как:

1. Общая стоимость оборудования;
2. Прочее оборудование;
3. Транспортировка;
4. Запасные части к оборудованию;
5. Затраты на монтаж;
6. Затраты на специальные работы.

Выше перечисленные данные предоставлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 Балансовая стоимость оборудования

Показатель	Сумма, руб.
Общая стоимость оборудования	36000000
Дополнительное оборудование(15% от общей стоимости)	5400000
Затраты на доставку оборудования(20% от общей стоимости)	7200000
Затраты на запасные части к оборудованию(3% от общей стоимости)	1080000
Затраты на монтаж оборудования (20% от общей стоимости)	7200000
Затраты на специальные работы(10% от общей стоимости)	3600000
Балансовая стоимость оборудования	60480000

*Общие инвестиции*

В общие инвестиции входят такие вложения как:

1. Покупка готовой территории на не действующей АГЗС.
2. Балансовая стоимость оборудования.
3. Подготовка производства.
4. Покупка транспортного средства(VOLVO FE).
5. Покупка цистерны.

Данные о общих инвестициях представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 Общие инвестиции

Направление инвестиции	Сумма, руб.
Покупка готовой территории на не действующей АГЗС	10000000
Балансовая стоимость оборудования	60480000
Подготовка производства	1980000
Покупка транспортного средства(VOLVOFE)	12000000

### Продолжение таблицы 3.3

Покупка цистерны	4750000
Итого	89210000

### **3.3 Разновидности обслуживания АГЗС**

Любое предприятие, работающее с ГСМ, нуждается в регулярном техническом обслуживании. Оно гарантирует бесперебойное и точное функционирование всего оборудования, имеющегося на балансе компаний. Несвоевременная проверка и наладка инженерно-технической оснастки может стать причиной возникновения аварийных ситуаций и снижения прибыли предприятий.

#### *Ежеквартальное обслуживания АГЗС*

Современные автозаправки представляют собой многофункциональные комплексы со сложным техническим оборудованием. Его перечень чрезвычайно широк и может включать в себя как крупные агрегаты (ТРК, щиты СУГ и ЖМТ, заправочные терминалы), так и небольшие устройства. Все они, независимо от размеров, конструкции и назначения, нуждаются в регулярной проверке и настройке. В связи с важностью правильной работы оборудования, техническое обслуживание АГЗС должно проводиться не только раз в месяц, но и ежеквартально. Это обеспечит автомобильной заправке дополнительную гарантию надежности и безопасности.

#### *Сервисные работы по обслуживанию ТРК*

Топливораздаточные колонки являются важнейшим элементом любой АЗС. Точность их работы во многом влияет и на популярность автозаправки,

и на ее прибыль. В связи с этим при обслуживании и ремонте АГЗС особое внимание уделяется топливораздаточным колонкам. Специалисты внимательно проверяют состояние ТРК, обследуя каждый узел, прибор и устройство. При ежеквартальном техническом обслуживании АГЗС к перечню основных работ добавляются дополнительные (замена фильтров тонкой очистки, осмотр заземляющих элементов, изучение метрологических показаний). Эти технологические операции направлены на то, чтобы топливораздаточные колонки функционировали бесперебойно и точно.

### *Гарантийное обслуживание*

Под периодом гарантийного обслуживания подразумевается срок, на протяжении которого владелец техники вправе устранить неисправность техники абсолютно бесплатно. Более того, в течении этого времени производитель обязуется производить замену дефектных частей товара или же полностью поменять некачественный товар, а также сделать ремонт и техническое обслуживание оборудования. Как правило, данный перечень услуг предоставляют бесплатно в течении ограниченного периода времени.

Стоит отметить, что это правило распространяется как на саму работу, так и на запчасти и другие расходные материалы – в период действия гарантии ремонт и замена должна производиться совершенно бесплатно. Кроме того, во время действия гарантийного срока покупатель вправе: Предъявлять требования как производителю, так и продавцу техники.

В таблице 3.4 представлен доход от реализации сжиженного природного газа в зависимости от суточного потребления.

Таблица 3.4 - Доход от реализации сжиженного природного газа в зависимости от суточного потребления

Год работы АГЗС	1	2	3	4	5
Количество автомобилей в сутки	8	10	14	18	22
Периодичность доставки в днях	18	16	11	9	7
Объем потребления газа в сутки, м <sup>3</sup> .	2,4	3	4,2	5,4	6,6
Доход от реализации в месяц, тыс.руб.	730	912,5	1277,5	1642,5	1880
Доход от реализации в год, млн.руб.	8,76	10,95	15,33	19,71	23,49
Доход от реализации СПГ за 5 лет в млн. руб.					78,24

Затраты необходимые для бесперебойной работы АГЗС представлены в таблице 3.5

Таблица 3.5 – Затраты необходимые для бесперебойной работы АГЗС

Год работы АГЗС	1	2	3	4	5
Общий налог на АГЗС, руб.	222200	222200	222200	222200	222200
Зарплата водителя, руб.	2241000	2256000	2301000	2336000	2391000
Затраты на обслуживание автомобиля топливо/ТО, руб.	468000 70000	585000 70000	702000 180000	772000 180000	994500 270000
Затраты на электричество, руб.	85799	86298	87295	88293	88790
Административно хозяйственные расходы, руб.	120000	120000	120000	120000	120000
Итоговые затраты, руб.	2486999	2619498	2892495	2998493	3366490

Экономический эффект - разница между результатами экономической деятельности и затратами, произведенными для их получения и использования.

Таблица 3.6 –Экономический эффект АГЗС

Год работы АГЗС	1	2	3	4	5
Доход, руб.	87600000	10950000	15330000	19710000	23490000
Затраты, руб.	2486999	2619498	2892495	2998493	3366490
Прибыль, руб.	6233001	8290502	12357505	16541507	19953510
Сумма прибыли за 5 лет, руб.	63376025				

Начиная с пятого года, выходим на максимальный объем потребления газового топлива в сутки. На шестой год при максимальных объемах потребления газового топлива АГЗС окупится и начнет приносить прибыль.

*Расчет стоимости доставки из города Томск*

Результаты расчетов затрат на доставку газового топлива из города Томск представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7– Расчет затрат на доставку газового топлива из города Томск

Год работы АГЗС	1	2	3	4	5
Налог на тягач доставки руб.	100000	100000	100000	100000	100000
Зарплата водителю тягача руб.	1074000	1104000	1194000	1264000	1374000



Продолжение таблицы 3.7

Затраты на топливо руб.	196560	224640	308880	374400	477360
Затраты на ТО тягача руб.	70000	70000	90000	90000	180000
Итог руб.	2070560	2128640	1692880	1828400	2131360

Исходя из таблицы можно сделать вывод о том ,что при потреблении 2,4 м<sup>3</sup> в сутки затраты составляют 100%, а на пятый год при объеме потребления 6,6 м<sup>3</sup> затраты вырастут на 3%.

В таблице 3.8 представлен доход от реализации сжиженного природного газа в зависимости от суточного потребления.

Таблица 3.8 - Доход от реализации сжиженного природного газа в зависимости от суточного потребления

Год работы АГЗС	1	2	3	4	5
Количество автомобилей в сутки	8	10	14	18	22
Периодичность доставки в днях	18	16	11	9	7
Объем потребления газа в сутки,м <sup>3</sup> .	2,4	3	4,2	5,4	6,6
Доход от реализации в месяц, тыс.руб.	730	912,5	1277,5	1642,5	1880
Доход от реализации в год , млн.руб.	8,76	10,95	15,33	19,71	23,49
Сумма за 5 лет в млн. руб.					78,24

Затраты необходимые для бесперебойной работы АГЗС представлены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 Затраты необходимые для бесперебойной работы АГЗС

Год работы АГЗС	1	2	3	4	5
Общий налог на АГЗС, руб.	222200	222200	222200	222200	222200
Зарплата водителя, руб.	1074000	1104000	1194000	1264000	1374000

Продолжение таблицы 3.9

Затраты на обслуживание автомобиля топливо/ТО	196560	224640	308880	374400	477360
	70000	70000	90000	90000	180000
Затраты на электричество	85799	86298	87295	88293	88790
Административно хозяйственные расходы	120000	120000	120000	120000	120000
Итоговые затраты, руб.	1768559	1827138	2022375	2158893	2462350

Таблица 3.10 Экономический эффект АГЗС

Год работы АГЗС	1	2	3	4	5
Доход, руб.	8760000	10950000	15330000	19710000	23490000
Затраты, руб.	1768559	1827138	2022375	2158893	2462350
Прибыль, руб.	6991441	9122862	13307625	17551107	21027650
Сумма ,руб.	68000685				

Начиная с пятого года, выходим на максимальный объем потребления газового топлива в сутки. На шестой год при максимальных объемах потребления газового топлива АГЗС окупится и начнет приносить прибыль.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты:

1. В исследовательской части был проанализирован существующий рынок моторного топлива, виды газового моторного топлива и были выявлены их преимущества и недостатки. Исходя, из этого можно сделать вывод, что существенные преимущества имеет сжиженный природный газ по сравнению с другими видами моторного топлива. СПГ является универсальным топливом, как для дизельного двигателя, так и для двигателей с системой воспламенения от искры. Сжиженный природный газ обладает более высокими экологическими качествами по сравнению с другими видами моторного топлива.

Существует программа, из которой следует что в ближайшем будущем будут поставлены заводы по сжижению газа в городе Томск (744км от города Абакан) и городе Омск(1500км от города Абакан).

Из расчетов было определено, что наиболее выгодное снабжение АГЗС будет с сотрудничеством с Томским заводом.

Для бесперебойной доставки сжиженного природного газа необходимо иметь несколько заключенных контрактов. на покупку СПГ Один, из которых будет с Омским заводом по сжижению газа, второй с Томским заводом по сжижению газа. Сотрудничество с несколькими партнерами снижает вероятность срыва поставок, позволяет выбирать более выгодные условия взаимодействия.

Для снабжения автомобильной газозаправочной станции нам необходимо иметь транспортное средство и полуприцепа-цистерны транспортной. Транспортное средство работает на том же топливе, что и возит, для наибольшего экономического эффекта и полуприцеп-цистерна транспортная.

Главным критерием выбора местоположения для постройки АГЗС является высокая интенсивность движения.

АГЗС будет занимать 48000м<sup>2</sup>.

Пропускная способность заправочной станции 12 транспортных средств в час со средним объемом 300 литров.

Максимальный объем хранения сжиженного природного газа составляет 47000 литров.

Балансовая стоимость оборудования составляет – 60480000 рублей.

Общие инвестиции составляют – 89210000 рублей.

Окупаемость данного проекта составит 6 лет и 2 месяца.

## CONCLUSION

The study carried out in the graduation work has resulted in the following points:

In the research part, the existing market of motor fuel, types of gas motor fuel were analyzed and their advantages and disadvantages were identified. It can be concluded that liquefied natural gas has significant advantages over other types of motor fuel. Liquefied natural gas is a universal fuel for diesel engines and engines with a spark ignition system. Its environmental qualities are higher than ones of other types of motor fuel.

There is a program due to in the near future gas liquefaction plants will be built in Tomsk (1,500 km from Abakan) and Omsk (744 km from Abakan).

It was determined from the calculations that the most profitable supply of the petrol station will result from cooperation with the Tomsk plant.

It is necessary to have several concluded contracts for stable delivery of liquefied natural gas. The first contract should be signed with the Omsk Gas Liquefaction Plant, the second with the Tomsk Gas Liquefaction Plant. Cooperation with several partners reduces the likelihood of supply disruption and allows to choose more favorable terms of interaction.

To supply a gas filling station, it is needed to have a vehicle and a semi-tanker trailer. The vehicle runs on the same fuel as it carries. This allows to make less expenses.

The main criterion for choosing a location for placing the petrol station is a high traffic intensity. The petrol station will occupy 48,000m<sup>2</sup>.

The capacity of the filling station is 12 vehicles per hour with an average volume of 300 liters.

The max storage volume of Liquefied natural gas is 47,000 liters.

The book value of the equipment is 60,480,000 rubles.

The total investment is 89,210, 000 rubles.

The payback period of this project will be 6 years.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бондарь, В.А. Операции с нефтепродуктами. Автозаправочные станции / Е.И. Зоря, Д.В. Цагарелли - М. : ООО "Паритет Граф", 2000. - 407с
2. ППБ 01-03 - Требования пожарной безопасности в Российской Федерации;
3. Технология сжижения СПГ [электронный ресурс]. – Режим доступа:<https://neftegaz.ru/tech-library/energoresursy-toplivo/141460-szhizhennyu-prirodnyu-gaz-spg-tekhnologii-szhizheniya/>, свободный.
4. Регламент ТО VOLVOFH[Электронный ресурс], - Режим доступа:<https://rcmtrucks.by/reglament-to-volvo-fh-420-460-500-540/>, свободный.
5. Васильев, Ю.Н.Газозаправкатранспорта / Ю. Н. Васильев, А. И. Гриценко, К. Ю. Чириков. - М. : Недрa, 1995. - 435с
6. Кириллов Н.Г. Сжиженный природный газ: области применения и технологии производства // Холодильный бизнес. 2002. №6. 8-11с
7. Публичная кадастровая карта: г. Абакан (Республика Хакасия[электронный ресурс], - Режим доступа: <http://roscadastr.com/map/respublika-khakasiya/abakan/>, свободный.
8. ПАО «Газпром СПГ Портовая»[Электронный ресурс], - Режим доступа: <https://portovaya-lng.gazprom.ru/>, свободный.
9. Официальный сайт ПАО «Камаз» [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kamaz.ru/>, свободный.
10. Модульные АГЗС [электронный курс]. – Режим доступа: <https://bitneftegaz.ru/modulnye-agzs?yadclid=4566647&yadordid=13611003&yclid=6681504106818568191/>, свободный.

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт-  
филиал федерального государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Сибирский федеральный университет»

Кафедра «Автомобильный транспорт и машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

 Е.М. Желтобрюхов  
подпись инициалы, фамилия  
« 18 » 06 2022г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»  
код – наименование направления

«Проект снабжения сжиженным природным газом транспортных средств в  
Республике Хакасия и Юге Красноярского края».  
тема

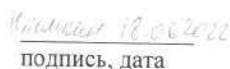
Руководитель

  
подпись, дата

к.т.н. каф. АТиМ  
должность, ученая степень

А.В.Олейников  
инициалы, фамилия

Выпускник

  
подпись, дата

Д.А.Климкин  
инициалы, фамилия

Абакан 2022