



Сценарное прогнозирование потребления энергии Арктическими базами

Scenario based energy consumption by Arctic bases

Булдыско Александра Дмитриевна
buldysa@gmail.com

Соавтор: Малькова Я.М.
Научный руководитель: доцент к.т.н Жуковский Ю.Л.

ARCTD 2021
29-30/09/2021

АРКТИЧЕСКАЯ ЗОНА РФ



Арктические базы – опорные центры устойчивого развития АЗРФ



Рис. 1. [Интерактивная карта](#) расположения существующих и проектируемых баз в Арктической зоне Российской Федерации. (Разработано командой).

- **Высокий потенциал** сырьевой базы
- Ресурсный **резерв** для осуществления **энергетического перехода**
- Гарант обеспечения **национальной безопасности страны**
- **Драйвер** развития экономического сектора
- Северный морской путь – **главная транспортная артерия**
- **Центр консолидации НТР** / центр развития новейших технологий

МИРОВЫЕ ТРЕНДЫ. 5«D» КОНЦЕПЦИЯ

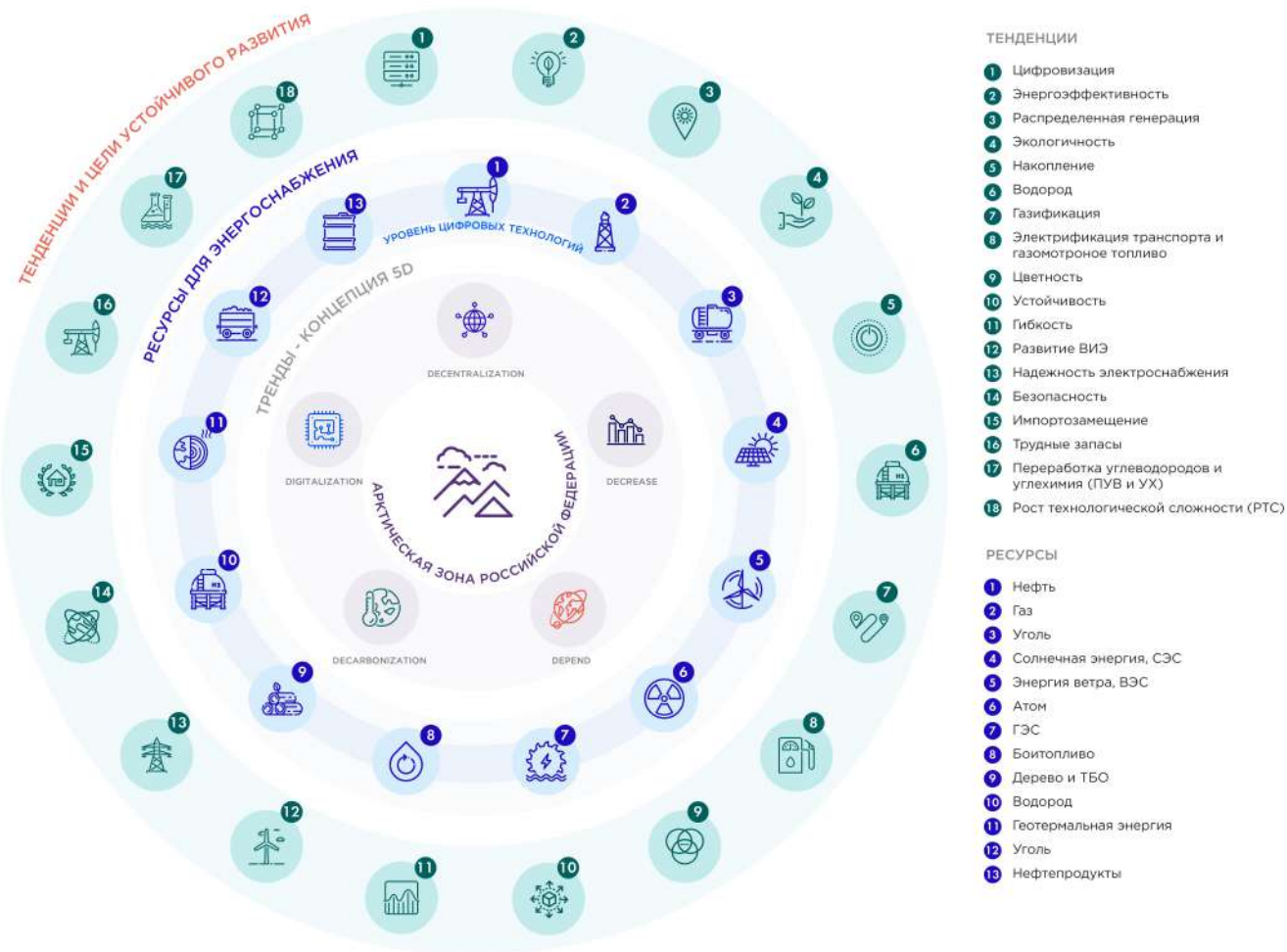


Рис. 2. Связь Целей устойчивого развития, технологических трендов и тенденций, и рассматриваемых ресурсов для энергоснабжения российской Арктики (разработано командой).

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ В АЗФР

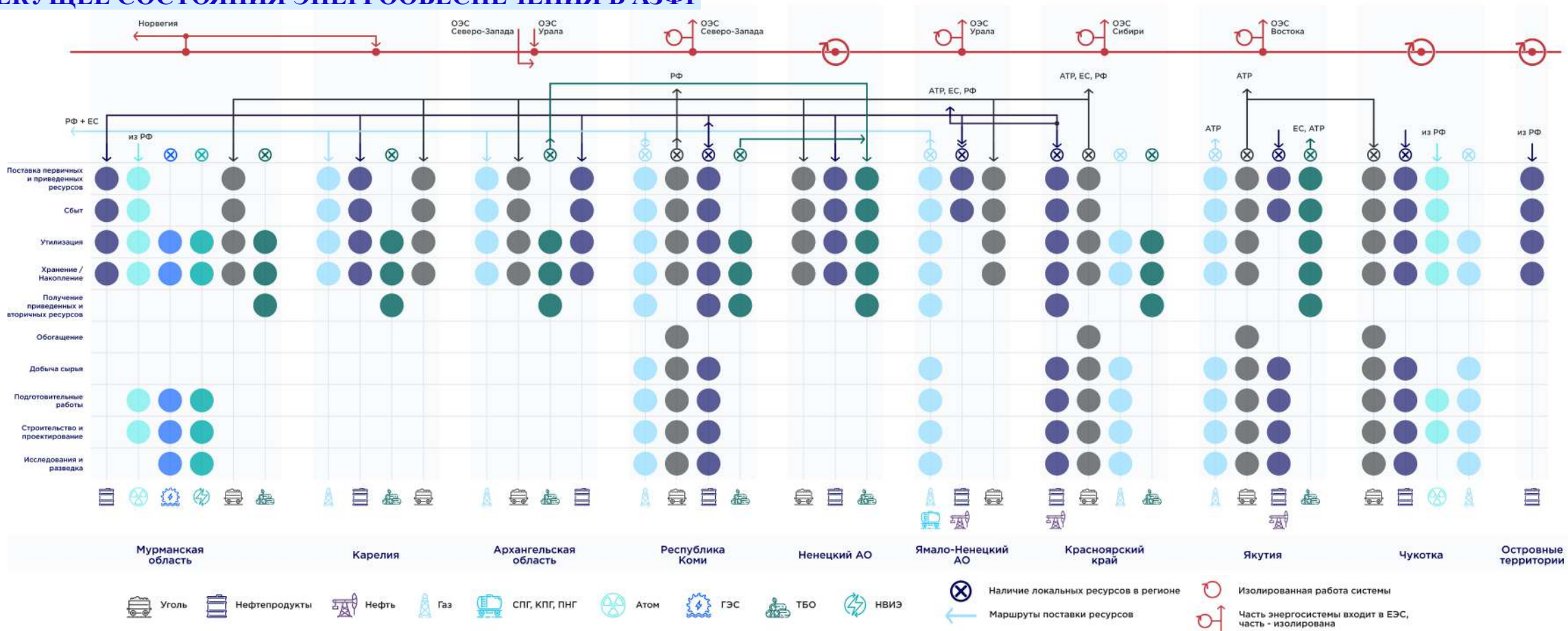


Рисунок 3. Актуальная логистическая карта энергоресурсов и электроэнергии Арктического региона.

-3 КОЭФФИЦИЕНТ
МИГРАЦИОННОГО
ПРИРОСТА НАСЕЛЕНИЯ

18% ТЕРРИТОРИИ РФ
ЗАНИМАЕТ
АРКТИЧЕСКАЯ ЗОНА

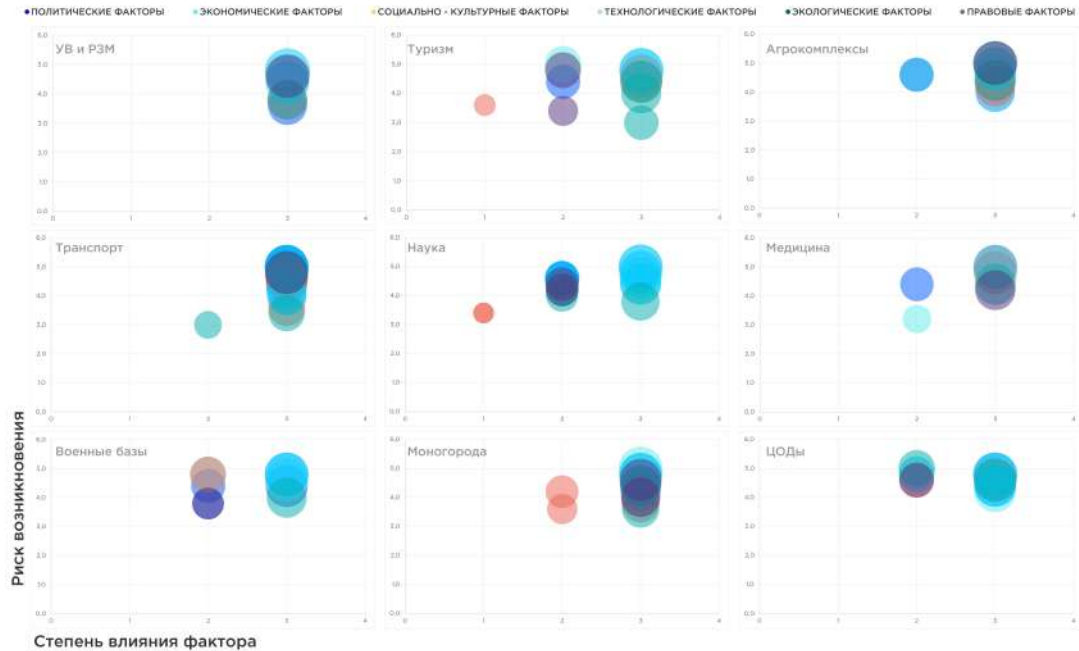
**ПОТРЕБЛЕНИЕ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ:**

17 272 358 млн.руб.
РФ - 306 081 363 млн.руб.

ФИНАНСОВЫЕ ВЛОЖЕНИЯ:

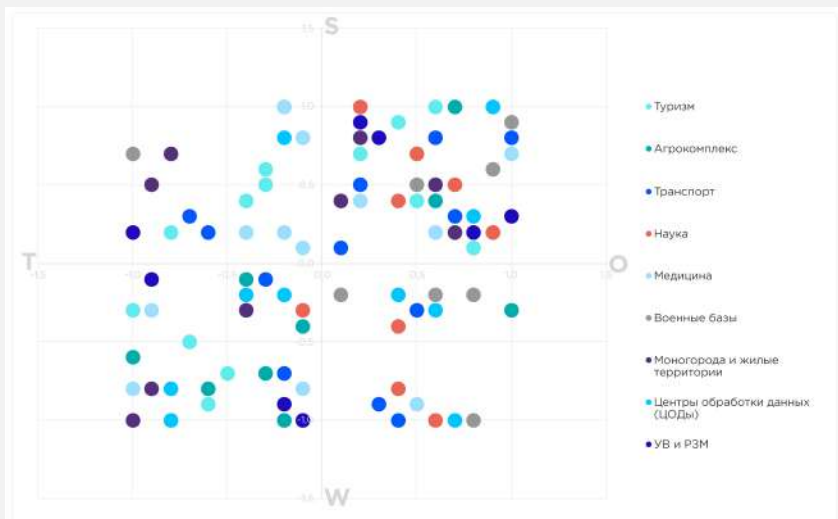
34 855,4 млн. кВт*ч
РФ - 523 961,2 млн. кВт*ч

* По данным Росстата, 2020 год.



P	Столкновение межгосударственных интересов и ухудшение геополитической обстановки	T	Физическое и моральное устаревание материально-технической базы
	Слабая связь региональных стратегий с общегосударственными программно-плановыми решениями		Сложность адаптации оборудования к условиям вечной мерзлоты
E	Отсутствие диверсификации экономики – высокая экономическая зависимость от градообразующих предприятий, экстенсивный метод экономического развития	E	Загрязнение окружающей среды и последующий ущерб биосфере
	Высокая стоимость оборудования / создания объектов инфраструктуры		Отсутствие учета возможных глобальных изменений климата и их последствий
S	Миграционный отток населения	L	Отсутствие нормативно-правового регулирования, либо устаревание нормативной базы
	Высокая угроза жизни и риски возникновения профессиональных заболеваний		Свободная интерпретация норм международного морского права

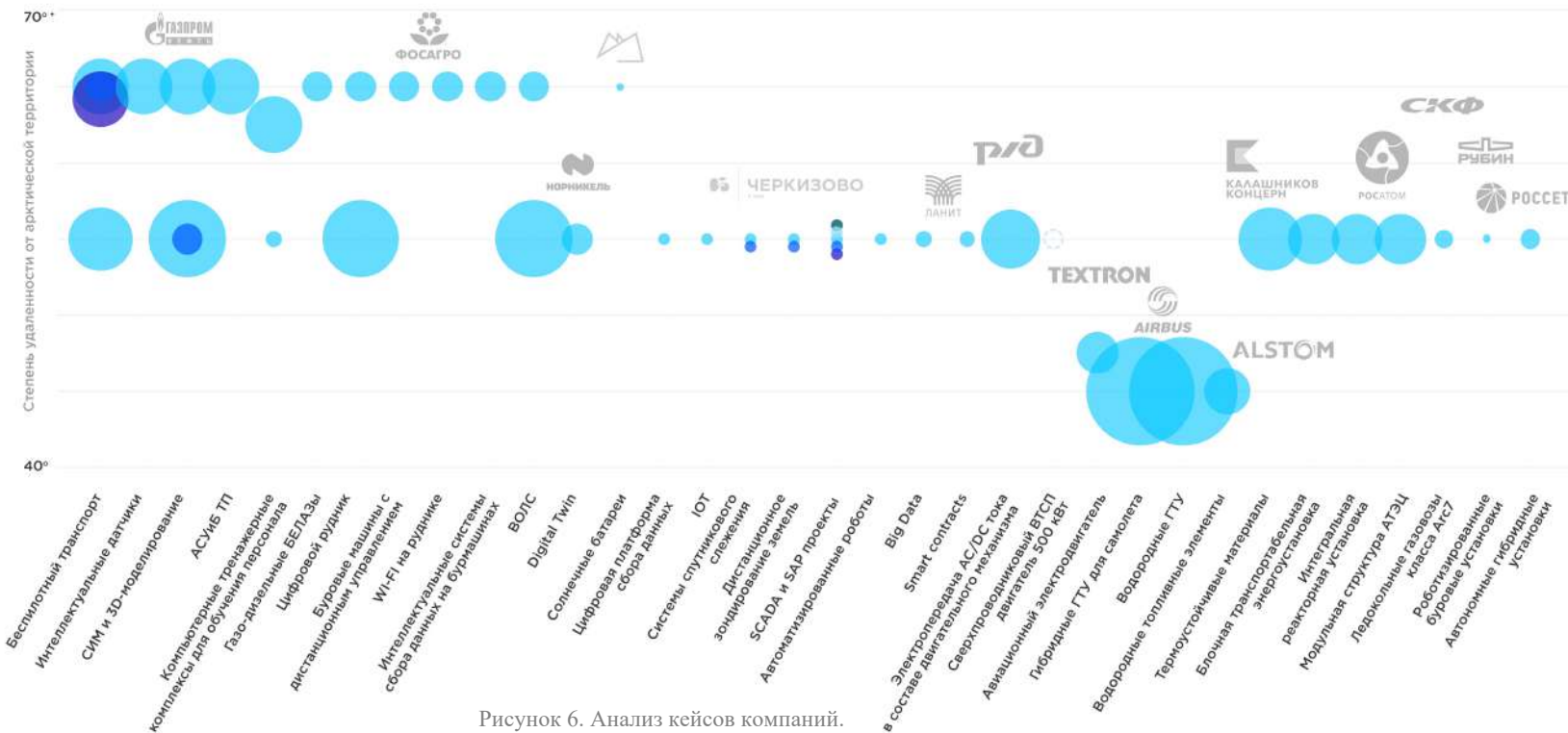
Рисунок 4. Результаты PESTEL-анализа.



S	Статус России как гарантированного поставщика УВ
	Сохранение и воспроизводство природных ресурсов, поддержка коренных народов Севера
W	Отсутствие наземных коммуникаций
	Низкий уровень предпринимательской деятельности
O	Программы формирования моногородов как кадровых, технологических и сервисных центров освоения арктических территорий
	Предпосылки к созданию условий для циркуляции информации внутри страны, снижая возможности ее несанкционированного использования
T	Отсутствие государственного финансирования арктических программ развития и инвестиционных вложений в проекты
	Отставание в социальном, научном, техническом и экономическом развитии

Рисунок 5. Результаты SWOT-анализа.

Развитие арктических баз характеризуется **многофакторным созависимым процессом**, препятствия на пути которого преодолимы только при четком понимании временной миграции рисков и знании своих **сильных и слабых сторон.**



ТОП – 6 КЕЙСОВ КОМПАНИЙ



Росатом – атомные станции малой мощности



Хевел – автономная гибридная энергоустановка (СЭС+ДЭС)



Equinor, Masdar – плавающие ветряные установки



Ведущие корпорации – автономные технологии, технологии дистанционного управления



Вертолёты России – многофункциональный беспилотный вертолёт VRT-300



Alstom – пассажирский поезд на водородных топливных элементах

ПОЛЯРНЫЙ ИНДЕКС КОМПАНИЙ

ПАО «Лукойл»	0,909	ПАО «Северсталь»	0,812
ПАО «СИБУР Холдинг»	0,901	«Росатом»	0,810
ПАО «ГМК НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ»	0,856	ПАО «Транснефть»	0,807
ПАО «Роснефть»	0,839	ПАО «Газпром»	0,779
ПАО «АК Алроса»	0,826	ПАО «Новатэк»	0,768

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ РИСКОВ

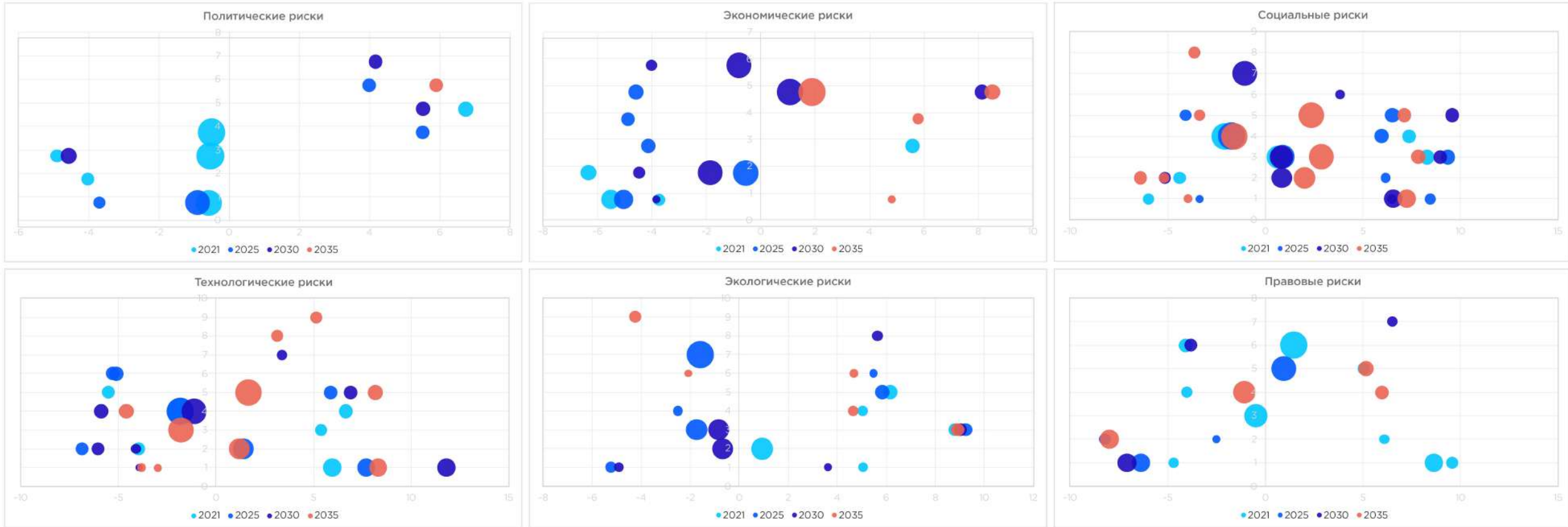


Рисунок 9. Результаты обработки факторного анализа.

Риск появления **санкций** из-за использования ядерного топлива входит в группу низкой степени риска и к 2025 году исчезнет

Опасения, связанные с **технологической** сложностью остаются в группе наибольшего влияния, но ослабевают по причине исчезновения части рисков

Экономические риски будут снижаться в связи с развитием водородного топлива

Экологические опасения постепенно перерождаются в опасения отсутствия государственной поддержки к 2035 году

В группе **социальных** рисков основной составляющей является социальная и экономическая непривлекательность Арктики

Правовые риски постепенно спадают, к 2035 году потребуется внедрять программы по развитию нетрадиционной энергетики и водородного топлива

2025

2030

2035+

Негативный
«Холодная угроза»

1. Развитие и мутация вирусов - отсутствие возможности финансового преодоления гонки вакцинации;
2. Снижение потребления энергии на 5 % ежегодно;
3. Цена на нефть 50-60 долл. / барр;
4. Комплекс мер поддержки новых месторождений на уровне 20 % на прибыль и 15 % налог на добычу полезных ископаемых;
5. Отсутствие прозрачного регулирования и определенности в ТЭК и МСК;
6. Отсутствие международных инвестиций в проекты развития Арктики.

Нейтральный
«Северный изгой»

1. Сдерживание коронавирусной инфекции без значительных карантинных ограничений;
2. Рост потребления электроэнергии увеличивается на 40%;
3. Энергоемкость ВВП не изменяется, рост удельного потребления на душу населения на 1 %;
4. Экспортные ограничения - нестабильность поставок полезных ископаемых и энергии;
5. Стабилизация потребления энергии на прежнем уровне без учета экологической и климатической ситуации;
6. Увеличение мировой энергии на 1-3% ежегодно.

Позитивный
«Пробуждение энергии»

1. Нивелирование негативных последствий кризиса и карантинных мер;
2. Восстановление нарушенной цепочки поставок энергии, материалов и товаров;
3. Устойчивое развитие ТЭК и МСК в Арктике на основе цифровых технологий;
4. Цена на нефть - 70+ долл/барр на всем сценарии;
5. Обновление основных фондов в энергетике и в сетевой инфраструктуре;
6. Рост мировой торговли на 3–5% ежегодно;
7. Комплекс мер поддержки на уровне 0-3 % налог на прибыль и 4-5 % налог на добычу полезных ископаемых.

1. Сокращение индустрии офлайн культуры и массовых мероприятий;
2. Минимум потребления энергии и услуг;
3. Высокая волатильность цен на энергоресурсы - отсутствие инвестиций в проекты по освоению новых месторождений;
4. Цена на нефть 40-55 долл. / барр;
5. Отсутствие возможности выхода продукции на внешние рынки ввиду санкционного давления;
6. Мировая торговля сокращается на 3-5% ежегодно.

1. Отсутствие прежнего уровня международной торговли ресурсов из-за гонки импортозамещений;
2. Невозможность фиксации углеродного следа;
3. Занятие и удержание лидерских позиций в создании международных транспортно-логистических систем, освоении и использовании Арктики является невозможным;
4. Максимум цены на нефть - 55–65 долл. / барр;
5. Углеродный след энергетических ресурсов не является ориентиром при энергообеспечении потребителей;
6. Возникновение конфликтов из-за нехватки ресурсов ввиду изменения климата;
7. Наращивание военного потенциала.

1. Формирование арктических баз, ориентируемых на экологию и социальную сферу;
2. Рост спроса на новые технологии и оборудование в Арктике;
3. Инфраструктурные и законодательные возможности размещения предприятий в АЗРФ для малого и среднего бизнеса;
4. Прозрачность и открытость для потребителей внутреннего и внешних рынков за счет цифровых технологий;
5. Научно-технический прорыв на глобальном уровне за счет цифровой интеграции заинтересованных сторон
6. Появление окна возможностей для компаний, поставляющих технологии;
7. Увеличение инвестиций в НИОКР до 20 % относительно 2021 за счет появления венчурного капитала.

1. Энергетическая бедность стран;
2. Отсутствие каких-либо инвестиций в энергетическую инфраструктуру, и их последующий отток;
3. Нарастание рисков техногенных аварий и отсутствие средств на ликвидацию природных катаклизмов;
4. Цена на нефть 40-50 долл. / барр;
5. Нарастание социальной напряженности;
6. Низкий уровень инноваций, образования и культуры.

1. Развитие территорий осуществляется за счет ориентации на внутренний рынок;
2. Прирост инвестиций в НИОКР составляет до 8%;
3. Угроза освоения арктических территорий из-за катаклизм, вызванных глобальным потеплением
4. Комплекс мер поддержки новых месторождений на уровне 10 % налог на прибыль и 10 % налог на добычу полезных ископаемых.

1. Скоординированное развитие Арктики за счет международного планирования, финансирования и нормативно-правовой базы;
2. Цифровая трансформация в управлении жизненным циклом энергетических и минерально-сырьевых ресурсов Арктики
3. Появление цифровых производств, умных фабрик и высокотехнологичных пространств, функционирование которых осуществляется за счет платформенных решений;
4. Устойчивость и надежность энергоснабжения арктических баз за счет новых подходов к обеспечению потребителей ресурсами;
5. Инновационное перерождение ТЭК и МСК Арктики в высокотехнологичную и эффективную инфраструктуру, обеспечивающую количественный и качественный рост Российской экономики.

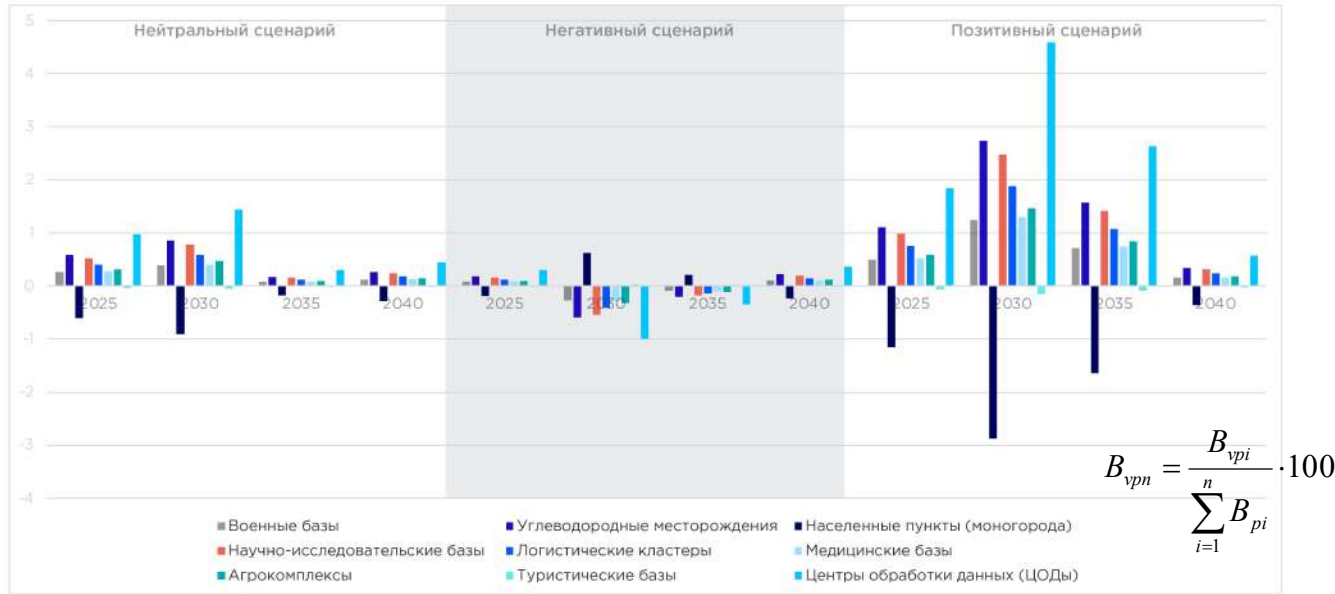


Рисунок 10. Распределение прогнозного прироста потребления энергии по видам баз.

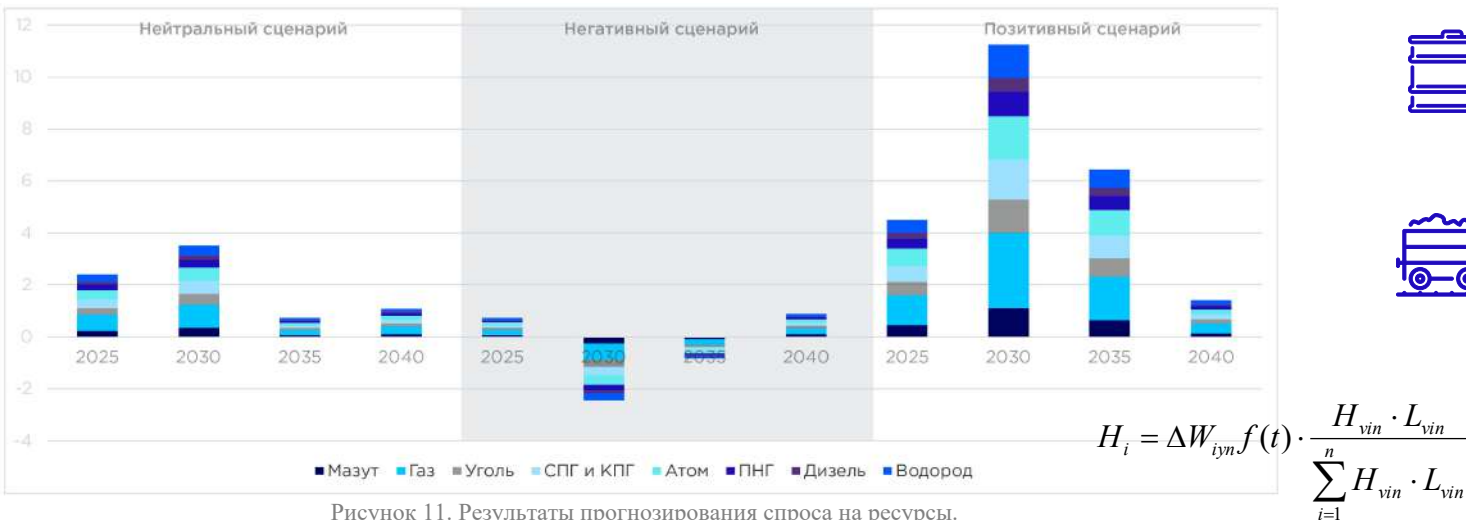


Рисунок 11. Результаты прогнозирования спроса на ресурсы.



Спрос на **водород** со временем повысится за счет лояльности и инвестирования, а также появления инфраструктуры и научных центров



Спрос на газ, **ПНГ, СПГ, КПГ** будут востребованы, так как будет продолжаться газификация страны



Появление **малых АЭС** станет шагом для увеличения спроса на атомную энергию в Арктике



Спрос на **нефтепродукты** будет снижаться, по причине рисков возникновения разливов



Уголь в ближайшие 5-10 лет еще будет востребованным топливом для Арктики, но к 2040 году спрос начнет падать

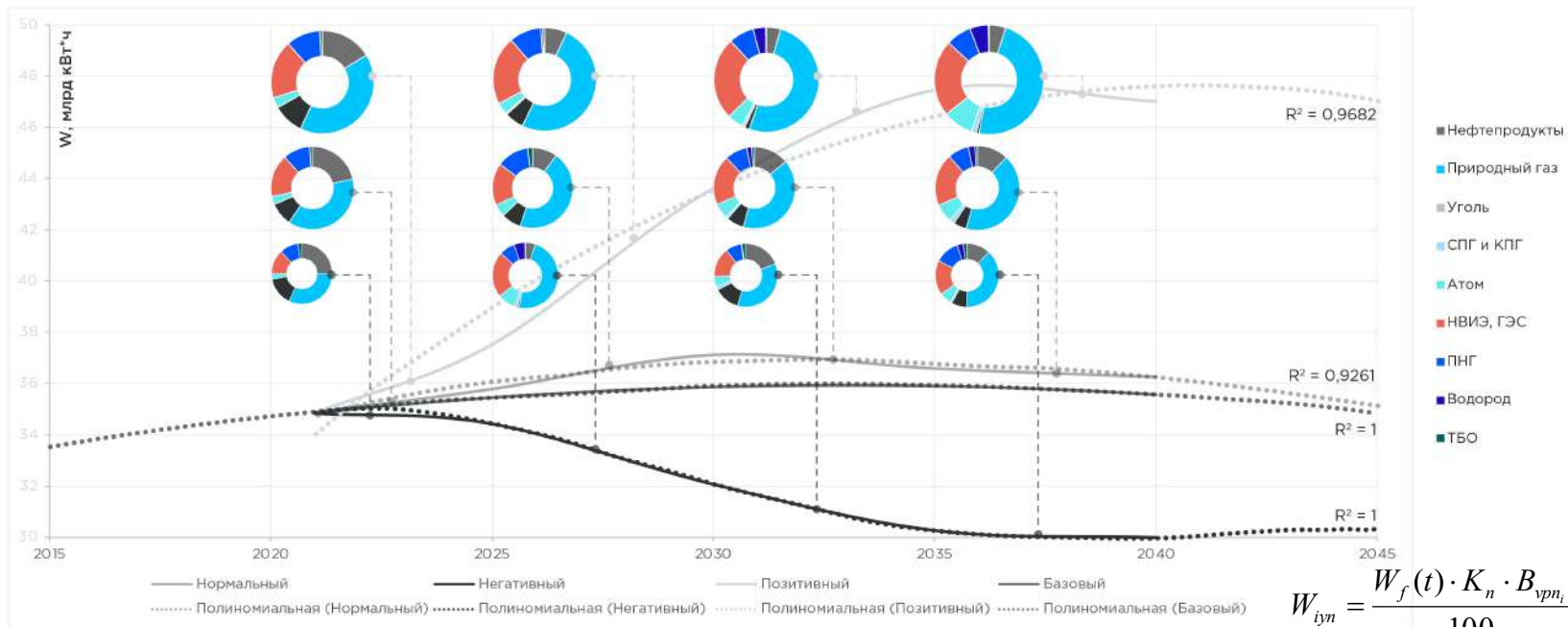


Рисунок 12. Прогноз потребления энергии арктическими базами, млрд.кВт*ч

$$W_{iyn} = \frac{W_f(t) \cdot K_n \cdot B_{vpi}}{100}$$

На период с 2021-2025 год большую часть баланса занимает газ (40%). Также довольно высокий процент занимают ВИЭ. Большой сегмент занимают нефтепродукты и уголь. Атомная энергия является важным источником энергии в Мурманской области

На период с 2025-2030 год можно увидеть, как увеличилась доля газа (50%), что обусловлено планируемой газификацией регионов. В структуре ТЭБа при положительном сценарии, вероятность возникновения новых источников энергии – СПГ и водорода- есть, хоть их доля в структуре ТЭБа мала

На период с 2030-2035 и далее спрогнозирован сбалансированный и отвечающий требованиям ЦУР ТЭБ Арктики, где большую долю занимает газ, ВИЭ (с учетом ГЭС) и атом. Доля нефтепродуктов снизится и станет наравне с водородным топливом, которое не будет нарушать чувствительную экосистему Арктики

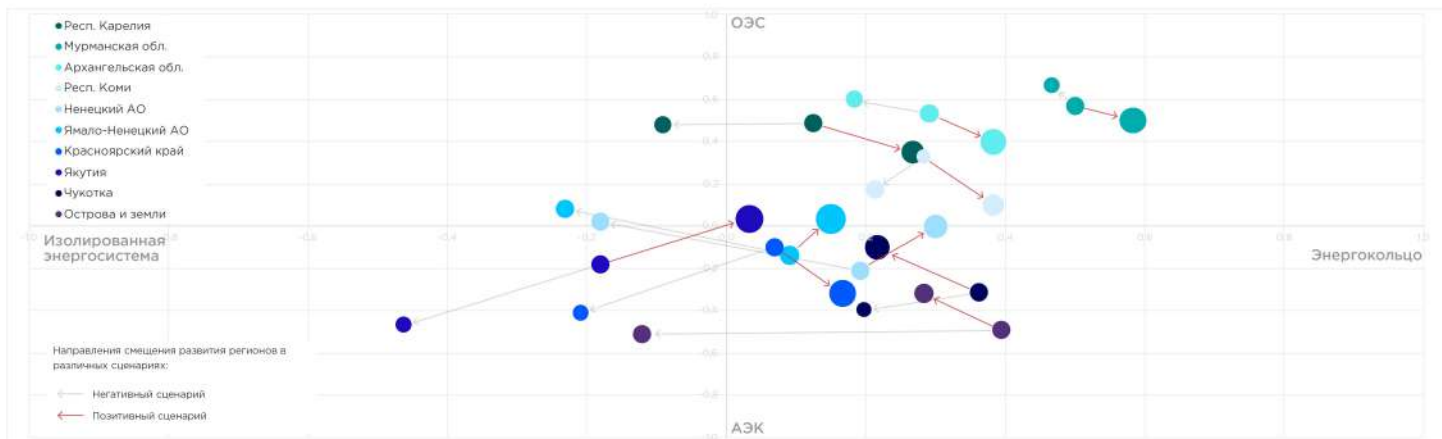


Рисунок 13. Поле выбора варианта энергообеспечения регионов АЗРФ.

Результаты поля на рисунке слева можно интерпретировать, как **рекомендации к выбору способа энергообеспечения арктических баз**. Однако при принятии решения необходимо проведение технико-экономического обоснования



Рисунок 14. Схема энергетической классификации регионов АЗРФ (разработано командой).

ТРАНСФОРМАЦИЯ РЕСУРСНОГО УРОВНЯ

Трансформация ресурсного уровня направлена на **снижение зависимости** Арктической зоны от **тяжелых фракций углеводородов**, оказывающих наиболее пагубное антропогенное воздействие на чувствительную экосистему Арктики

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО УРОВНЯ

Приоритетной задачей трансформации энергетического уровня является рассмотрение возможности энергетической интеграции Арктической зоны с целью создания энерго-инфраструктурного коридора, который к 2050 г. может быть интегрирован в энергоструктурный коридор континента

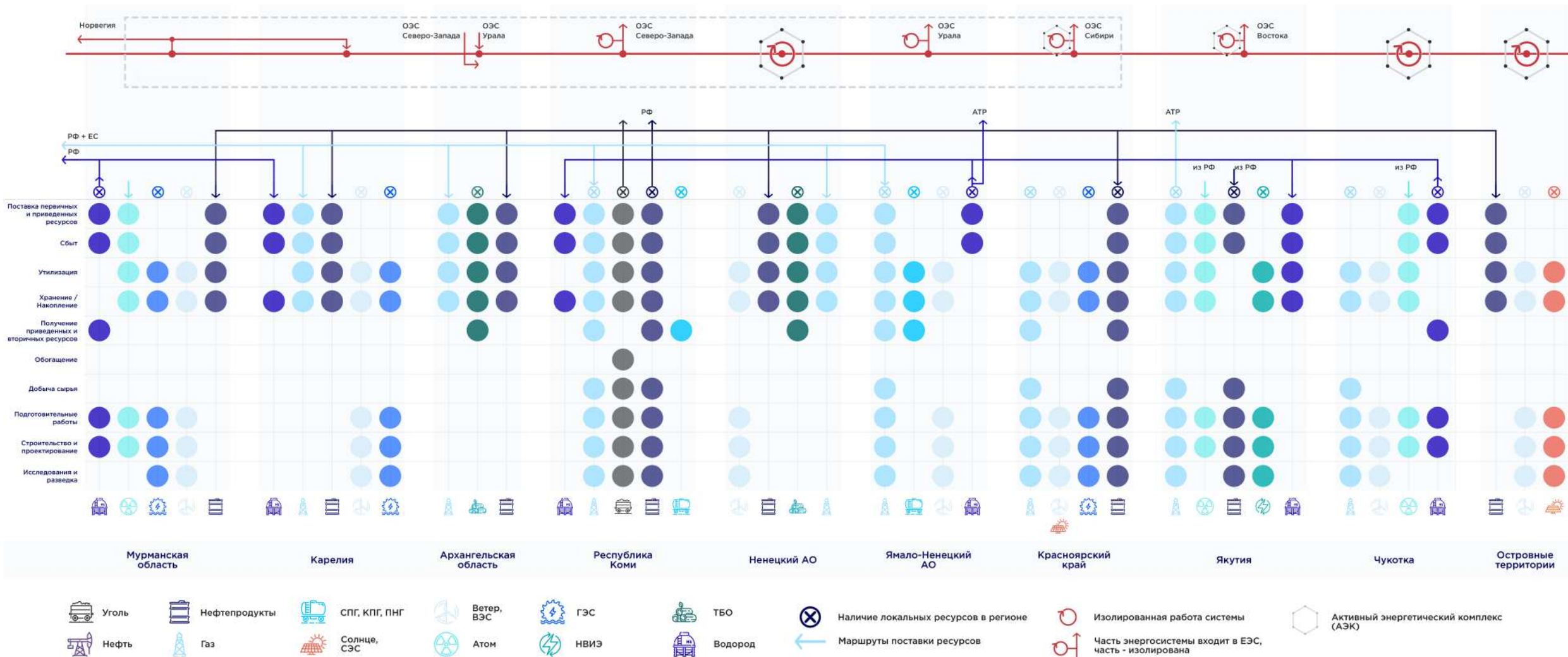


Рисунок 15. Логистическая карта энергоресурсов и электроэнергии Арктического региона к 2035 г. в соответствии со сценарием «Пробуждение энергии».



Рисунок 16. Классификация технологий по уровню спроса и необходимости финансовой и государственной поддержки с указанием необходимых инвестиционных инструментов.

Таблица 1. Инструменты инвестиционной поддержки, включая источники финансирования

Источники	Идентификаторы	Инструменты
Общественные (государственные и муниципальные) •Бюджеты (бюджетной) системы РФ •Финансовые институты развития	И1	Субсидии (гранты)
	И2	Инвестиции в уставной капитал
	И3	Кредиты, займы
	И4	Государственный заказ
	И5	Гарантии
	И6	Налоговые стимулы
	И7	Покупка акций
Корпоративные (институциональные) •Организации •Венчурные фонды •Коллективные инвесторы	И8	Кредиты (с правом конверсии в акции)
	И9	Гарантии
	И10	Кредиты, займы
	И11	Собственные (прибыль, амортизация, отчисления и т.д.) привлеченные средства
Частные (личные) •Бизнес-ангелы •Неформальные инвесторы (непрофессиональные физ.лица)	И12	Инвестиции личных средств
	И13	Краудфандинг

I – Инвестиционная поддержка в развитии данных технологий необходима на ранних стадиях

II – Основная поддержка компаниям этой области должна быть ориентирована на государственно-частное партнерство

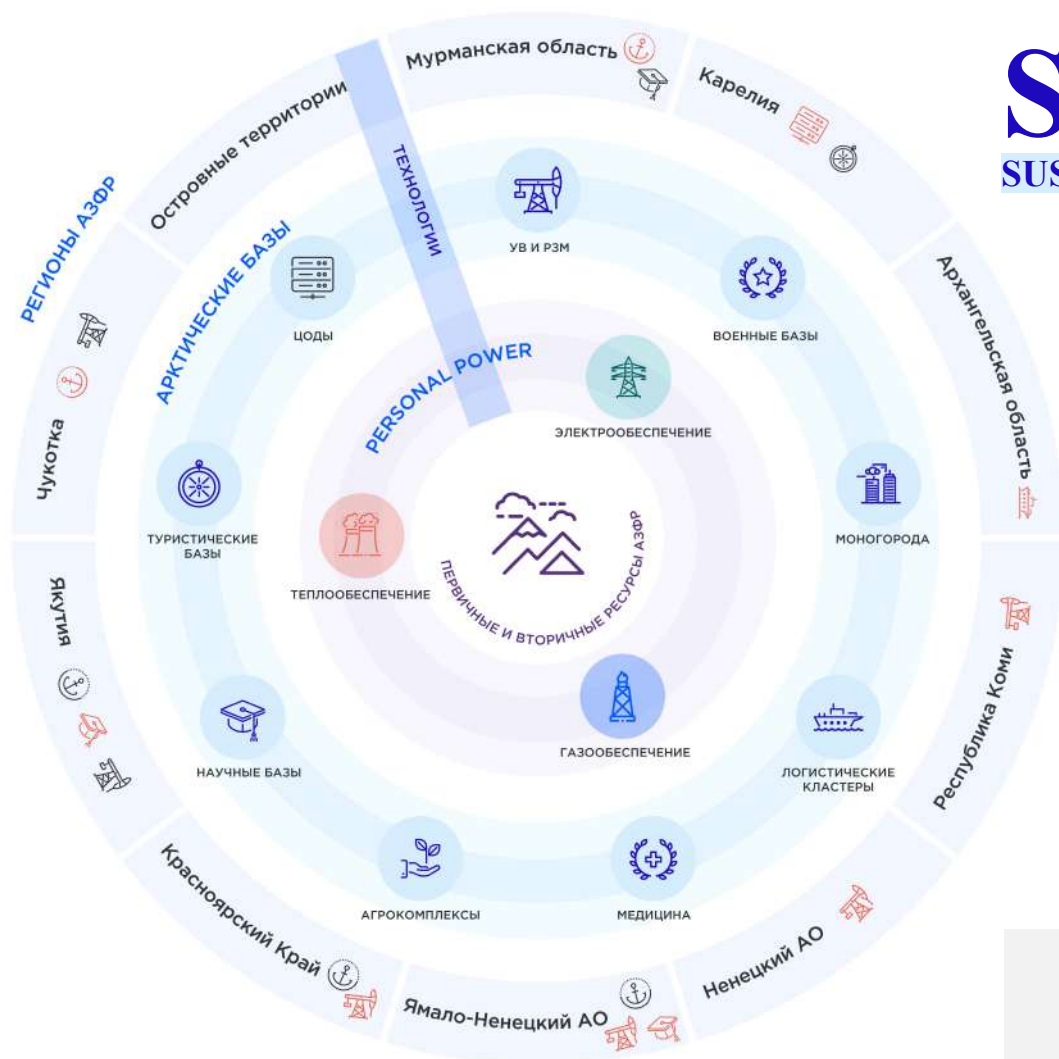
III – Для РФ данные технологии имеют приоритетное значение, в них представлены компании, которые являются локомотивом для большинства секторов промышленности

IV – Государственная и частная поддержка будет способствовать развитию данного набора технологий

V – Поддержка от государства с позиции обеспечения энергетической безопасности страны на длительной перспективе

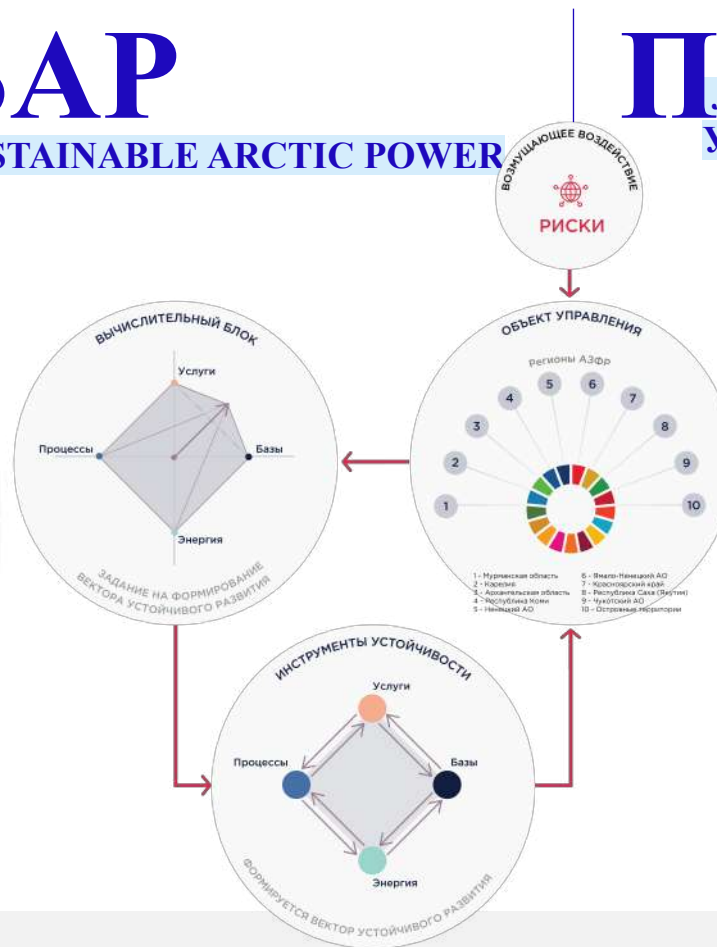
VI – Поддержка только на внутреннем рынке за счет государственной поддержки

VII – Поддержка с позиции исключения импортозависимости и наращивания отечественного опыта и технологий в этих сферах



SAP SUSTAINABLE ARCTIC POWER

ПЛАТФОРМА УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВЫМ РАЗВИТИЕМ АРКТИКИ



Данная стратегия предполагает **подход устойчивого развития**. После обеспечения базовых потребностей в безопасности и в социальном обеспечении региона за счет стандартных разработанных инструментов предлагается рассмотреть вопросы электро- и энергоснабжения, а также устойчивости региона по типам баз.

Подход к созданию **союзов**, объединяющих крупные предприятия и малый и средний бизнес, позволит осуществлять **единую логистику** на месторождениях, будет способствовать развитию частных инвесторов и упростит контроль качества предоставляемых товаров и услуг.

Организация системного подхода на основе предиктивного управления за счет интегрирования интеллектуально-аналитических платформ в цепочку процессов является решением преодоления существующих рисков, способных менять свое влияние и скорость развития с течением времени.

Рисунок 17. Концепция интеллектуально-аналитической платформы управления устойчивым развитием Арктического региона.

Спасибо за внимание