

**Реконструкция и модернизация  
систем теплоснабжения с  
применением тепловых насосов  
на объектах ОАО «РЖД»**

**Sanierung und Modernisierung der  
Wärmeversorgungssysteme unter  
Einsatz von Wärmepumpen an Objekten  
der Russischen Eisenbahnen**



# Цель программы энергоресурсосбережения

## Ziel des Programmes zur Energieressourceneinsparung

- повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов отрасли;
  - повышение надежности функционирования источников тепла;
  - повышение эффективности производства тепловой энергии, снижение потерь при выработке и транспортировке тепла;
  - повышение эффективности энергопотребления путем внедрения современных энергосберегающих технологий.
- 
- Effizienzenerhöhung bei der Nutzung von Brennstoff- und Energieressourcen in der Branche;
  - Verbesserung der Funktionssicherheit von Wärmequellen;
  - Effizienzenerhöhung bei der Wärmeherstellung, Reduzierung von Verlusten bei der Produktion und dem Transport von Wärme;
  - Effizienzenerhöhung des Energieverbrauchs durch Einführung von modernen energieeinsparenden Technologien.



# Цель программы энергоресурсосбережения

## Ziel des Programmes zur Energieressourceneinsparung

- замена изношенного, морально и физически устаревшего оборудования и инженерных коммуникаций;
  - снижение затратной части на оплату потребленных энергоресурсов;
  - внедрение источников теплоснабжения на основе использования возобновляемых источников энергии.
- 
- Austausch von abgenutzten, fortschrittsmäßig und physisch veralteten Anlagen und Ingenieurleitungen;
  - Reduzierung vom Kostenaufwand für verbrauchte Energieressourcen;
  - Einführung von Wärmeversorgungsquellen der regenerativen Energie.



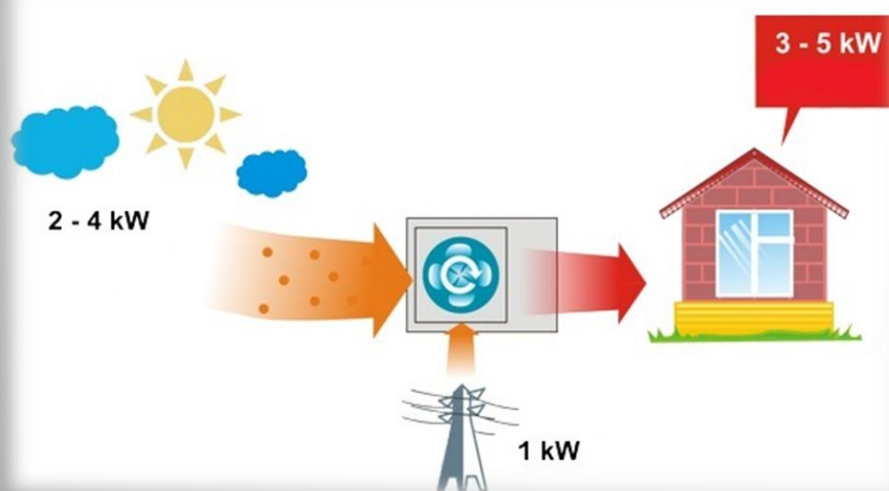
## Программные мероприятия Maßnahmen des Programmes



- перевод существующих твердотопливных котельных на современные энергосберегающие источники тепла – **тепловые насосы**;
- замена существующих систем отопления на современные, эффективные системы, оснащенные погодозависимой автоматикой, приборами учета тепловой и электроэнергии, передающими данные на Центральный диспетчерский пункт;
- внедрение систем кондиционирования на базе геотермальных тепловых насосов, позволяющее существенно (в 2-3 раза по сравнению с кондиционерами) экономить электроэнергию в летний период.
- Umstellung der existierenden Festbrennstoffheizwerke auf moderne energieeinsparende Wärmequellen – **Wärmepumpen**;
- Austausch von existieren Heizsystemen gegen moderne, effiziente Systeme mit wetterabhängiger Temperatursteuerung, Wärme- und Stromzählern, deren Stände regelmäßig an die Zentrale automatisch weitergeleitet werden;
- Einführung von Konditionierungssystemen mit geothermalen Wärmepumpen, die zu einer wesentlichen (2-3-fach im Vergleich zu Klimaanlage) Energieeinsparung im Sommer beitragen.

## Ожидаемые конечные результаты мероприятия Zu erwartende Ergebnisse der Maßnahmen

- повышение экономичности и эффективности систем теплоснабжения;
- повышение надежности и упрощение процесса эксплуатации систем теплоснабжения;
- обеспечение объектов не только дешевым теплом, но и холодом для кондиционирования;
- организация системы детального учета выработанной и потребленной тепловой энергии;
- снижение эксплуатационных затрат и нагрузки на обслуживающий персонал станций за счет организации удаленного контроля из Центрального диспетчерского пункта.



- Wirtschaftlichkeits- und Effizienzerhöhung der Wärmeversorgungssysteme;
- Sicherheitserhöhung und Betriebsvereinfachung der Wärmeversorgungssysteme;
- Versorgung der Objekte nicht nur mit preiswerter Wärme sondern auch Kälte zur Konditionierung;
- Einrichtung des Systems zur detaillierten Erfassung der verbrauchten Wärme;
- Reduzierung der Betriebskosten und Belastung auf Wartungspersonal der Stationen durch Fernkontrolle der Zentrale.

## Технические решения/ Technische Lösungen



В целях выполнения поставленной задачи по переводу систем теплоснабжения объектов РЖД Калининградской области с твердого топлива на современные источники тепла, использующие возобновляемые ресурсы, на 16 объектах инфраструктуры были заменены существующие твердотопливные котлы на тепловые насосы, выполнена модернизацию системы отопления, внедрена система автоматизации.

Im Zuge der Umsetzung der gestellten Aufgabe zur Umstellung der Wärmeversorgung von Eisenbahnobjekten im Gebiet Kaliningrad vom Festbrennstoff auf moderne Wärmequellen unter Nutzung von erneuerbaren Energiequellen wurden in 16 Infrastrukturobjekten existierende Festbrennstoffheizkessel gegen Wärmepumpen ausgetauscht, Heizsysteme – modernisiert und automatisiert.



## Предложения/ Vorschläge

Учитывая кол-во теплых и жарких дней в летний период, а так же тенденцию к росту среднегодовой температуры, например в период 2001-2011 гг. она составила уже +8,4 °С, против +7,9 °С фиксируемых ранее, мы реализовали **возможность теплового насоса в очень экономичном режиме кондиционирования (фрикулинге) помещений вокзалов, станций и постов ЭЦ.**

Unter Berücksichtigung der Anzahl von warmen und heißen Tagen in der Sommerzeit sowie der Tendenz der Erhöhung der Jahresdurchschnittstemperatur (z.B. betrug sie im Zeitraum 2001-2011 +8,4 °C gegenüber dem früheren Wert von +7,9°C) haben **wir die Möglichkeit der Wärmepumpe zur sparsamer Konditionierung (free cooling) in den Räumen** von Bahnhöfen, Bahnstationen und elektrischen Stellwerkanlagen realisiert.



## Предложения/ Vorschläge

Дополнительные капитальные вложения в этом случае незначительны. Они идут на приобретение и установку фанкойлов и прокладку трубопроводов. Эксплуатационные расходы составляют, 10...20% от выдаваемой холодильной мощности. Такая система имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными системами кондиционирования – она проще в обслуживании, более экономична, внешние блоки не портят фасад здания. В зимнее время на фанкойлы можно подавать теплоноситель из системы отопления, что позволит дополнительно обогревать помещение.

Zusatzinvestitionen sind in diesem Fall gering. Sie werden zur Anschaffung und Installation von Fancoils und Rohrleitungsverlegung gebraucht. Betriebskosten betragen 10...20% von produzierter Leistung. Dieses System hat eine Reihe von Vorteilen im Vergleich zu konventionellen Konditionierungssystemen: es ist einfacher in Wartung, sparsam und optisch angenehm. In der Winterzeit kann man das Heizmedium aus dem Heizsystem in die Fancoils geben: dies ermöglicht zusätzliche Raumbeheizung.





# Технические решения/ Technische Lösungen

**Типовая котельная на базе тепловых насосов состоит из следующих компонентов:**

Два тепловых насоса, обеспечивающих покрытие 100% от тепловой нагрузки объекта без использования электроэнергии для прямого нагрева теплоносителя электродкотлом.

Установка этого кол-ва тепловых насосов регламентируется п. 5.4.4 «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок» и обусловлено повышением надежности и долговечности комплекса теплогенерирующего оборудования, снижением стартовых токов компрессоров, чередованием работы агрегатов в периоды с неполной нагрузкой и другими факторами, влияющими на надежность и экономичность системы теплоснабжения в целом.

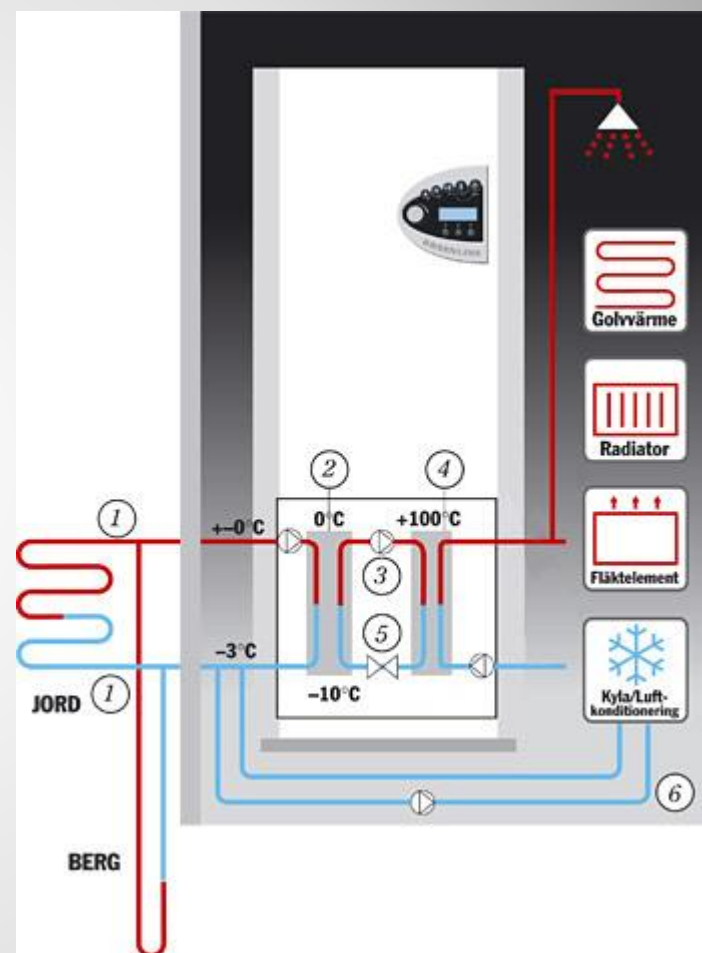
Покрытие 100% тепловой нагрузки объекта обусловлено дефицитом свободной электрической мощности для пикового догрева теплоносителя электродкотлом.

## **Ein Typenheizwerk mit Wärmepumpen besteht aus folgenden Komponenten:**

Zwei Wärmepumpen, die 100% Wärmebeanspruchung des Objekts bereitstellen, ohne Strom zur direkten Aufheizung des Mediums durch den elektrischen Kessel zu nutzen.

Die Anzahl von Wärmepumpen wird im P. 5.4.4. der „Regeln zum Betrieb der Wärmeenergieanlagen“ verschrieben und soll zur Sicherheits- und Nutzungsdauererhöhung der wärmegenerierenden Geräte, Reduzierung des Startstroms von Kompressoren, Ablösung der Pumpen beim Funktionieren in den Zeiträumen, wo Vollbelastung entbehrlich ist, und anderen Faktoren, die mit Sicherheit und Wirtschaftlichkeit des Wärmeversorgungssystems allgemein verbunden sind, dienen.

Bereitstellung von 100% Wärmebeanspruchung des Objekts ist durch den Mangel von Stromkapazitäten für Spitzenaufheizung des Mediums vom elektrischen Kessel bedingt.



## Технические решения/ Technische Lösungen

Предусмотренные проектом тепловые насосы NIBE состоят, из **двух независимых компрессорных блоков**, что позволяет дополнительно повысить надежность теплогенерирующего оборудования, снизить стартовые токи компрессоров, точнее дозировать количество производимого тепла, повысить ремонтпригодность оборудования.

Тепловые насосы NIBE имеют **встроенные циркуляционные насосы** первичного и отопительного контуров, погодозависимую автоматику, защитные элементы электроцепей, такие как реле контроля фаз. Наличие таких встроенных элементов позволяет сократить площадь занимаемую оборудованием, ускоряет монтажные и пусконаладочные работы.

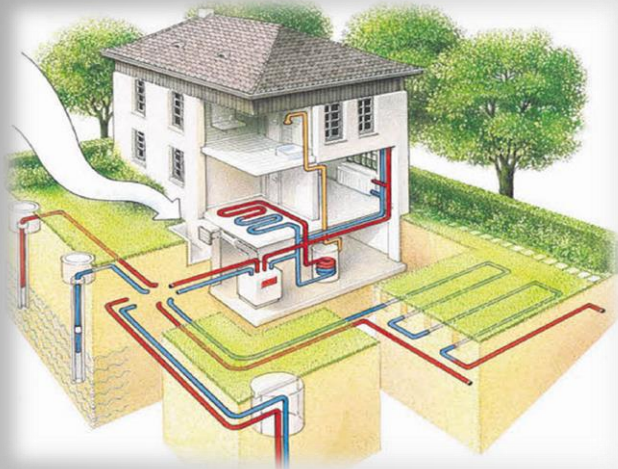
Тепловые насосы, устанавливаемые на одном объекте, имеют **возможность каскадного объединения** в группы от 2-х до 6-и единиц специальным кабелем связи с целью оптимизации режима работы. Управляющие функции в таком случае передаются одному из тепловых насосов, остальные являются подчиненными. Дополнительно тепловые насосы NIBE оснащаются коммуникационными блоками SMS40 или Modbus40 для интеграции в систему локальной или централизованной Диспетчеризации.

Die vom Projekt vorgesehene Wärmepumpen NIBE bestehen aus **zwei unabhängigen Blöcken von Kompressoren**, was zu einer zusätzlichen Sicherheitsverbesserung der wärmegenerierenden Geräte, Reduzierung des Startstroms von Kompressoren, einer genaueren Dosierung der hergestellten Wärme und Erhöhung der Reparierbarkeit der Anlage beiträgt.

Wärmepumpen NIBE haben eingebaute Umwälzpumpen des Primärsystems und des Heizkreises, wetterbedingte Automatik, solche Schutzelemente der Stromkreise wie Phasenwächter. Dank dieser eingebauten Elemente sind Anlagen kleiner und können schneller montiert und in Betrieb genommen werden.

Die in einem Objekt zu installierenden Wärmepumpen können **stufenweise** in Gruppen zwischen 2-6 Einheiten mit Hilfe von einem Sonderkabel zur Funktionsoptimierung geschaltet werden. In diesem Fall hat die Leitungsfunktion eine der Pumpen, alle anderen werden ihr untergeordnet. Außerdem sind Wärmepumpen NIBE mit Kommunikationsblocks SMS40 oder Modbus40 ausgerüstet, um Daten in die Zentrale weitergeben zu können.

# Технические решения кондиционирования/ Technische Lösungen für Konditionierung



## Система пассивного кондиционирования (фрикулинг).

Согласно п.5.4.2 «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок» применение тепловых насосов целесообразно в качестве двухцелевых установок, одновременно производящих искусственный холод и тепловую энергию для целей теплоснабжения.

Узел пассивного охлаждения состоит из теплообменника, циркуляционных насосов, запорной и регулировочной арматуры, элементов автоматики.

**Принцип действия системы** заключается в охлаждении хладоносителя системы кондиционирования здания (хим. подготовленной воды) за счет хладоносителя (33% водный раствор монопропиленгликоля) геотермального контура тепловых насосов имеющего температуру в течении всего года +4...+10 °С. Для исключения смешивания хладоносителей применяется теплообменник.

Использование системы пассивного кондиционирования позволяет дополнительно накапливать тепловую энергии в земле для более эффективной работы тепловых насосов в отопительный период.

## System der passiven Konditionierung (free cooling).

Nach P. 5.4.2 der „Regeln zum Betrieb der Wärmeenergieanlagen“ ist der Einsatz von Wärmepumpen als „Zweizielanlagen“ sinnvoll: zur Herstellung von Kälte und Wärme.

Die Einheit der passiven Kühlung besteht aus einem Wärmeübertrager, Umwälzpumpen, Absperr- und Einstellarmatur, Automatikenelementen.

Das **Funktionierungsprinzip** besteht in der Kühlung des Mediums im Konditionierungssystem (des chemisch aufbereiteten Wassers) durch das Medium (33%-e Monopropylenglykol-Wasserlösung) des geothermalen Kreislaufs von Wärmepumpen, dessen Temperatur rund um das Jahr +4...+10 °C beträgt. Um Vermischung von kälteübertragenden Medien zu vermeiden, braucht man den Wärmeübertrager.

Nutzung des Systems der passiven Kühlung ermöglicht Wärmespeicherung in der Erde zum effizienteren Funktionieren von Wärmepumpen in der Heizperiode.

# Технические решения/ Technische Lösungen

**Узел подпитки системы отопления.** Подпитка системы отопления предусмотрена от бытового водопровода. С целью защиты трубопроводов, теплообменников и отопительных приборов от отложения солей жесткости, соединений железа и органики, предусматривается установка картриджных фильтров тонкой и химической очистки, очищающих водопроводную воду от нежелательных примесей. На узле подпитки предусматривается импульсный счетчик ХВ, позволяющий передавать данные в систему локальной и централизованной диспетчеризации.

**Электрораспределительный щит** теплового пункта. Задача электрощита - распределение электрической энергии по потребителям теплового пункта, учет потребляемой электрической энергии, защита цепей потребителей.

Учет электрической энергии предусматривается на базе трехфазного многотарифного счетчика «Меркурий», позволяющего передавать показания в систему локальной и централизованной Диспетчеризации.

**Nachspeisung des Heizsystems.** Nachspeisung des Heizsystems erfolgt aus der Wasserleitung. Um Rohrleitungen, Wärmeübertrager und Heizgeräte vor Ablagerungen von Härtebildnern, Eisenverbindungen und organischen Substanzen zu schützen, ist Einbau von Fein- und chemischen Filtern vorgesehen. An der Nachspeisungsstelle befindet sich ein asynchroner Wasserzähler zur Weiterleitung der Daten an die Zentrale.

**Die Schalttafel** der Wärmeübertragungsstelle. Die Aufgaben der Schalttafel bestehen in: Stromverteilung zwischen den Verbrauchern der Wärmeübertragungsstelle, Erfassung des Stromverbrauchs und Schutz der Stromkreise der Verbraucher.

Die Erfassung vom Stromverbrauch erfolgt durch einen Dreiphasen-Multitarifzähler „Mercurij“, der die Daten an die Zentrale weiterleitet.

Запорная, регулировочная арматура, трубопроводы, системы гидравлической безопасности, расширительные баки, показывающие приборы – манометры и термометры

Absperr-, Einstellarmatur, Rohrleitungen, hydraulische Sicherheitssysteme, Expansionsgefäße, Manometer und Thermometer



# Технические решения/ Technische Lösungen

**Геотермальный контур** служит для тепловых насосов «земля-вода» источником низкопотенциального тепла. Правильный расчет контура позволяет эксплуатировать тепловые насосы с высоким коэффициентом преобразования энергии на протяжении всего отопительного года.

Качественный монтаж и комплектующие обеспечивают долгосрочную безаварийную работу геотермального контура. Срок службы контура не менее 50 лет.

В своей работе мы используем методики расчета контура, материалы и оборудование ASPOL – ведущего производителя геотермальных контуров.

При установке в тепловом пункте нескольких тепловых насосов мы предусматриваем для каждого из них свой независимый геотермальный контур. Это повышает надежность системы теплоснабжения в целом.

После монтажа всех элементов геотермального контура производится геодезическая съемка с построением схемы подземных коммуникаций геотермального контура.

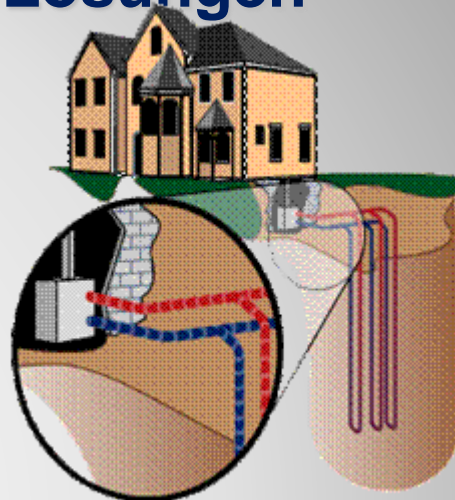
**Geothermaler Kreislauf** dient für Wärmepumpen „Erde-Wasser“ als Quelle der niedrigpotentiellen Wärme. Richtige Kreislaufberechnung ermöglicht den Betrieb von Wärmepumpen mit einem hohen Energieumwandlungskoeffizient im Laufe der ganzen Heizperiode.

Professionelle Montage und Zulieferteile garantieren langes störungsfreies Funktionieren des geothermalen Kreislaufs. Betriebsdauer des Kreislaufs beträgt mindestens 50 Jahre.

In unserer Arbeit benutzen wir Berechnungsmethoden für den Kreislauf, Materialien und Anlagen von ASPOL, dem führenden Hersteller von geothermalen Kreisläufen.

Bei der Installation von einigen Wärmepumpen in einer Wärmeübertragungsstation sehen wir für jede davon einen eigenen, unabhängigen Kreislauf vor. Diese Maßnahme erhöht allgemeine Sicherheit des Wärmeversorgungssystems.

Nachdem alle Elemente des geothermalen Kreislaufs montiert sind, erfolgt die Geländeaufnahme mit Aufstellung eines Schemas von Untergrundleitungen des geothermalen Kreislaufs.



**ENER**  
**geo**

## Реализованные объекты Fertige Objekte



Калининградская область, ст. Гвардейск, здание вокзала.  
Тепловые насосы мощностью 60кВт. Реализована система пассивного кондиционирования.

Kaliningrader Gebiet, Bahnstation Gwardejsk, Bahnhofsgebäude.  
60 kW-Wärmepumpen. System der passiven Konditionierung.

## Реализованные объекты Fertige Objekte



Калининградская область, ст. Пионерский Курорт, пост ЭЦ.  
Тепловые насосы мощностью 34кВт. Реализована система пассивного кондиционирования.

Kaliningrader Gebiet, Bahnstation Pionerskij, elektrische Stellwerkanlage.  
34 KW-Wärmepumpen. System der passiven Konditionierung.

## Реализованные объекты Fertige Objekte



Калининградская область, ст. Зеленоградск, пост ЭЦ.  
Тепловые насосы мощностью 48кВт. Реализована система пассивного кондиционирования.

Kaliningrader Gebiet, Bahnstation Selenogradsk, elektrische Stellwerkanlage.  
48 kW-Wärmepumpen. System der passiven Konditionierung.



## Реализованные объекты Fertige Objekte



Калининградская область, ст. Калининград, котельная очистных сооружений.  
Тепловые насосы мощностью 48кВт. Реализована система пассивного кондиционирования.

Kaliningrader Gebiet, Bahnstation Kaliningrad, Heizwerk der Kläranlage.  
48 kW-Wärmepumpen. System der passiven Konditionierung.

## Реализованные объекты Fertige Objekte



Калининградская область, ст. Полесск, вокзал.  
Тепловые насосы мощностью 48кВт.  
Kaliningrader Gebiet, Bahnstation Polessk, Bahnhof.  
48 kW-Wärmepumpen.

## Реализованные объекты Fertige Objekte



Калининградская область, ст. Полесск, пост ЭЦ.

Тепловой насос мощностью 12 кВт.

Kaliningrader Gebiet, Bahnstation Polessk, elektrische Stellwerkanlage.

12 kW-Wärmepumpe.

## Реализованные объекты Fertige Objekte



Калининградская область, ст. Железнодорожный, вокзал.  
Тепловые насосы мощностью 70 кВт.  
Kaliningrader Gebiet, Bahnstation Zhelesnodoroshniy, Bahnhof.  
70 kW-Wärmepumpen.

## Реализованные объекты Fertige Objekte



Калининградская область, ст. Большаково, вокзал.  
Тепловые насосы мощностью 50 кВт.  
Kaliningrader Gebiet, Bahnstation Bolschakowo, Bahnhof.  
50 kW-Wärmepumpen.

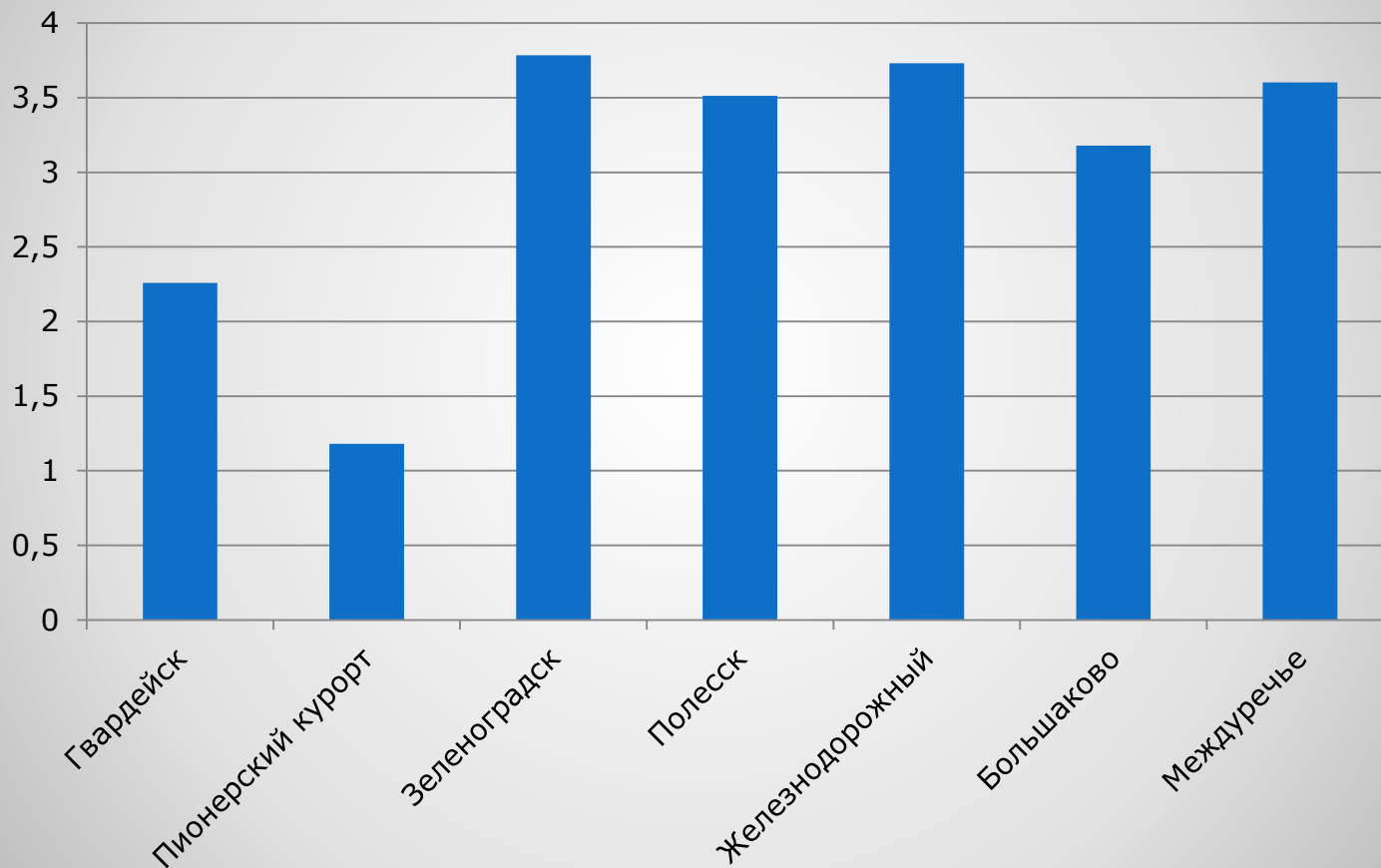
## Реализованные объекты Fertige Objekte



Калининградская область, ст. Междуречье, вокзал.  
Тепловые насосы мощностью 50 кВт.  
Kaliningrader Gebiet, Bahnstation Mezhduretschje, Bahnhof.  
50 kW-Wärmepumpen.

## Сокращение количества образования отходов от сжигания топочного угля

тонн/год



## Сокращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

тонн/год

