



Окончательная редакция

**Сочи – аналитический отчет по  
энергоэффективности зимней Олимпиады-2014**

Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014

## **Заглавие: «Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014»**

По поручению Федерального министерства по делам окружающей среды, охраны природы и безопасности ядерных реакторов

Координация и руководство проектом:

Николь Пиллен

Авторский коллектив:

Дирк Франкенхаузер

Хеннинг Дишер

Дирк Петерс

Оливер Браунэ

Кристиан Вагнер

Виктория Матковская

Перевод:

Семен Файнерманн

Берлин, 17.12.2009

Мы выражаем благодарность Федеральному министерству по делам окружающей среды, охраны природы и безопасности ядерных реакторов, Российско-Германской внешнеторговой палате, Министерству энергетики Российской Федерации, краснодарскому Центру энергосбережения и новых технологий, Организационному комитету «Сочи-2014», а также компании Drees & Sommer Advanced Building Technologies GmbH за поддержку и конструктивное сотрудничество.

## Оглавление

Заглавие: «Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014»  
2

<b>Оглавление .....</b>	<b>3</b>
<b>Аннотация.....</b>	<b>11</b>
<b>1 Введение.....</b>	<b>20</b>
1.1 Краткий экскурс .....	20
1.2 Информационная база аналитического отчета.....	21
<b>2 Основы и подходы .....</b>	<b>22</b>
2.1 Основы .....	22
2.2 Подходы.....	23
<b>3 Энергоэффективные здания .....</b>	<b>24</b>
3.1 Градостроительство и сооружение олимпийских спортивных объектов – исходная ситуация и планирование .....	24
3.2 Градостроительное планирование и прогноз роста населения в Краснодарском крае .....	26
3.3 Сравнительный анализ предлагаемых стандартов энергоэффективности зданий.....	27
3.4 Типовые здания и примеры передового опыта строительства энергоэффективных зданий .....	38
3.5 Оценка теплопотребления.....	48
<b>4 Энергоэффективные транспортные системы .....</b>	<b>52</b>
4.1 Транспортная концепция зимней Олимпиады-2014 – исходная ситуация и планирование .....	52
4.2 Кардинальное изменение транспортной ситуации в Сочи, Краснодарском крае и в целом по России .....	55
4.3 Сравнение инвестиций в транспортную инфраструктуру .....	58
4.4 Значение последующего использования для инвестиций в инфраструктуру .....	61
4.5 Долгосрочная энергоэффективность благодаря обновлению подвижного состава .....	64
4.6 Использование местных возобновляемых видов топлива .....	66
4.7 Повышение энергоэффективности планово-административными мерами.....	71
4.8 Привлечение общественного внимания к образцовым проектам.....	74
4.9 Меры по сокращению выбросов CO <sub>2</sub> от транспорта на 13%.....	76
<b>5 Возобновляемые источники энергии.....</b>	<b>79</b>
5.1 Допущения и объем проведенного анализа.....	79
5.2 Методика .....	80
5.3 Исходная ситуация с потреблением и производством энергии.....	81
5.4 Региональный потенциал для производства возобновляемой энергии.....	84

Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014

5.5	Передовой практический опыт, пути использования и рекомендации по производству возобновляемой энергии в регионе Сочи .....	90
5.6	Обобщение рекомендаций на основе примеров лучшей практики: ВИЭ-энергопарк Сочи.....	99
5.7	Концепция энергоснабжения зимних Олимпийских игр-2014.....	100
5.8	Климатически нейтральные зимние Олимпийские игры-2014.....	106
<b>6</b>	<b>Библиография.....</b>	<b>115</b>
<b>7</b>	<b>Расчет производительности фотоэлектрической установки в Сочи .....</b>	<b>120</b>

## Список иллюстраций

Рис. 1. Сценарий потребности в энергии зимней Олимпиады-2014 при реализации концепций dena .....	16
Рис. 2. Меры по повышению энергоэффективности и сокращению выбросов в атмосферу при производстве энергии.....	19
Рис. 3. Генеральный план городского округа «Город Сочи» .....	23
Рис. 4. Процедура предварительного анализа и разработки стандартов энергоэффективности .....	26
Рис. 5. Климатические условия и нормативная величина коэффициента теплоотдачи для общественных зданий .....	29
Рис. 6. Общая карта инсоляции для Европы (кВт·ч/м <sup>2</sup> ).....	30
Рис. 7. Пример здания медиа-центра .....	39
Рис. 8. Потребность в конечной и первичной энергии, кВт·ч/м <sup>2</sup> ·год, медиа-центр .....	40
Рис. 9. Пример офисного здания .....	41
Рис. 10. Потребность в конечной и первичной энергии, кВт·ч/м <sup>2</sup> ·год, офисное здание.....	42
Рис. 11. Пример здания крытого катка и многофункционального комплекса .....	43
Рис. 12. Потребление конечной и первичной энергии, кВт·ч/м <sup>2</sup> ·год, крытый каток и многофункциональный комплекс .....	44
Рис. 13. Пример здания гостиницы эконом-класса (3 звезды).....	45
Рис. 14. Потребление конечной и первичной энергии, кВт·ч/м <sup>2</sup> ·год, гостиница эконом-класса (3 звезды) .....	46
Рис. 15. Пример здания гостиницы бизнес-класса (5 звезд).....	46
Рис. 16. Потребление конечной и первичной энергии, кВт·ч/м <sup>2</sup> ·год, гостиница бизнес-класса (5 звезд).....	47
Рис. 17. Расположение главных мест проведения олимпийских соревнований (14).....	53
Рис. 18. Сравнительные данные по уровню автомобилизации: Сочи, Краснодарский край и Россия (1).....	56
Рис. 19. Динамика пассажироперевозок в российском общественном транспорте .....	56
Рис. 20. Потребление первичной энергии и выбросы CO <sub>2</sub> общественным транспортом и индивидуальным автотранспортом в Германии .....	57
Рис. 21. Инвестиции в строительство инфраструктуры .....	58
Рис. 22. Сравнение инвестиций в дорожные сети для индивидуального автотранспорта и для общественного транспорта .....	59
Рис. 23. Развитие общественного транспорта в Сочи, Ванкувере и Лондоне в соотношении с ожидаемым количеством посетителей (1) .....	60
Рис. 24. Сравнение удельного энергопотребления и выбросов CO <sub>2</sub> поезда ICE 3 и самолета (19) (20) (21).....	63

Рис. 25. Сравнительный анализ различных концепций приводов.....	64
Рис. 26. Преимущества различных приводов по энергоэффективности в зависимости от использования (24) ...	65
Рис. 27. Выбросы CO <sub>2</sub> для различных приводов автобусов и троллейбусов (25) .....	65
Рис. 28. Сравнение выбросов CO <sub>2</sub> для различных видов топлива с учетом их.....	68
Рис. 29. Выбросы CO <sub>2</sub> при использовании различных видов топлива: анализ «от скважины до автомобиля» (29) (30) .....	69
Рис. 30. Средний расход энергии на пассажиро-километр в зависимости от загрузки легкового автомобиля, данные по Германии (31).....	71
Рис. 31. Потенциал сбережения при совместном пользовании автомобилями (31) .....	72
Рис. 32. Потенциал оптимизации транспортных потоков благодаря менеджменту мобильности (31).....	73
Рис. 33. Выбросы CO <sub>2</sub> , производимые транспортом в ходе зимних Олимпийских игр, без учета и с учетом предложенных мер по повышению энергоэффективности (20) .....	76
Рис. 34. Составляющие общего сокращения выбросов CO <sub>2</sub> по рекомендациям dena (20) (21) .....	77
Рис. 35. Потребность в «зеленом» токе рельсового транспорта (33) .....	78
Рис. 36. Порядок определения покрытия потребности в энергии за счет ВИЭ .....	81
Рис. 37. Прогнозируемый (35) (34) рост требуемой мощности в регионе Сочи .....	81
Рис. 38. Прогнозируемый рост общей потребности в электроэнергии.....	81
Рис. 39. Сценарий потребности в энергии зимней Олимпиады-2014 при реализации концепций dena.....	83
Рис. 40. Топографическая карта прибрежной части Краснодарского края.....	84
Рис. 41. Принципиальный потенциал возобновляемых источников энергии.....	85
Рис. 42. Технический потенциал биогенного твердого топлива в тоннах сухой массы в год [Т <sub>сух</sub> /год].....	86
Рис. 43. Потенциал биогаза для Сочи и Краснодарского края.....	87
Рис. 44. Технический потенциал полезной площади крыш Олимпийского парка с точки зрения производства солнечной энергии .....	89
Рис. 45. Потоки биомассы и возможные пути ее использования.....	91
Рис. 46. Генерирующие мощности ВИЭ-энергопарка Сочи, МВт.....	100
Рис. 47. Общая выработка энергии ВИЭ-энергопарком Сочи, ГВт·ч/год .....	100
Рис. 48. Запланированные электрогенерирующие мощности в регионе Сочи с 2014 года, МВт.....	101
Рис. 49. Выработка электроэнергии в регионе Сочи в 2014 году (ГВт·ч/год) .....	101
Рис. 50. Общая потребность в электроэнергии в регионе Сочи и запланированное покрытие (производство и импорт) .....	102

Рис. 51. Зависимость от импорта электроэнергии во время проведения Олимпиады-2014 по различным сценариям покрытия потребности в электроэнергии .....	103
Рис. 52. Потребность в тепловой энергии и ее покрытие за счет ВИЭ-энергопарка Сочи .....	104
Рис. 53. Ежегодные выбросы парниковых газов и экономия от замещения импорта электроэнергии из федеральной энергосистемы в килотоннах CO <sub>2</sub> -эквивалента .....	107
Рис. 54. Выработка тепловой энергии и ежегодный выброс/компенсация парниковых газов.....	108
Рис. 55. Выбросы парниковых газов и их предотвращение по сценарию «ВИЭ и энергоэффективность Сочи» в период проведения Олимпиады.....	111
Рис. 56. Выбросы парниковых газов и их предотвращение по сценарию «ВИЭ и энергоэффективность Краснодар» .....	112
Рис. 57. Компенсационная способность ВИЭ-мощностей за 20 летний срок службы .....	113

## Сокращения

°C	градус Цельсия
Bio-SNG	Synthetic Natural Gas – синтетический природный газ (искусственное газовое топливо, получаемое в результате газификации сухой биомассы)
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method – метод экологической экспертизы британского Исследовательского центра по вопросам строительства зданий
BtL	Biomass to Liquid – синтетическое дизельное топливо, произведенное из биомассы
CASBEE	Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency – японская Всеобъемлющая система оценки экологической эффективности зданий
CCS	Carbon Capture and Storage – технология улавливания и хранения углерода
CO <sub>2</sub>	диоксид углерода
CO <sub>2экв.</sub> т/год	выбросы парниковых газов в пересчете на эквивалент диоксида углерода в тоннах в год
DPF	Diesel Particular Filter – фильтр твердых частиц выхлопа дизельных двигателей
EEV	Enhanced Environmental-friendly Vehicles – стандарт для усовершенствованных экологически безопасных автомобилей
EnEV	Energieeinsparverordnung (Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden) – немецкое Положение об экономии энергии (полное название: «Положение об энергосберегающей теплоизоляции и энергосберегающем оборудовании зданий»)
ETIRC	European Technology and Investment Research Center – Европейский исследовательский центр технологий и инвестиций
GBI	Green Building Index – малайзийский Индекс экологичности здания
HQE	Haute Qualité Environnementale – французский Стандарт высокого экологического качества
K	кельвин
L1	автомобиль с расходом 1 литр топлива на 100 километров
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design – американская система сертификации «Лидерство в энергетическом и экологическом проектировании»
LEZ	Low Emission Zone – зона ограниченного доступа транспортных средств
MIV	Motorisierter Individualverkehr – индивидуальный автотранспорт



ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr – городской общественный транспорт
ÖV	Öffentlicher Verkehr – общественный транспорт
Pkw	Personenkraftwagen – легковой автомобиль
PV	Photovoltaik – фотовольтаика
U	коэффициент теплоотдачи
UITP	Union Internationale des Transports Publics – Международный союз общественного транспорта
USD	доллар США
ВИЭ	возобновляемые источники энергии
Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	ватт на квадратный метр-кельвин
г	грамм
гСО <sub>2</sub> /кВт·ч	выбросы диоксида углерода в граммах на киловатт-час
гСО <sub>2экв.</sub> /км	содержание диоксида углерода в выхлопных газах в граммах на километр пробега
га	гектар
ГВт·ч	гигаватт-час
ЕДЦ	Единый диспетчерский центр спутникового мониторинга транспортного комплекса Олимпийских игр
кВт·ч/(м <sup>2</sup> ·год)	киловатт-часов на квадратный метр в год
кВт·ч/м <sup>2</sup>	киловатт-часов на квадратный метр
кВт·ч/м <sup>3</sup>	киловатт-часов на кубический метр
кДж/пасс.км	килоджоулей на пассажиро-километр
км	километр
когенерация	процесс совместной выработки электрической и тепловой энергии
л	литр
м <sup>2</sup>	квадратный метр
м <sup>3</sup>	кубический метр
МВт	мегаватт
МДж/пасс.км	мегаджоулей на пассажиро-километр
млн.	миллион
млрд.	миллиард

Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014

МОК	Международный олимпийский комитет
нм <sup>3</sup>	нормальный кубический метр
Оргкомитет «Сочи-2014»	АНО «Организационный комитет XXII Олимпийских зимних игр и XI Паралимпийских зимних игр 2014 г. в г. Сочи»
пасс.км	пассажиры-километр
ПГ	парниковые газы
ПДК	предельно допустимая концентрация
тСО <sub>2</sub>	тонн диоксида углерода
ТВт·ч	тераватт-час
Т <sub>сух.</sub>	тонн сухой массы

## **Аннотация**

Зимняя Олимпиада-2014 пройдет в Сочи. Одной из целей организаторов является проведение климатически нейтральных Олимпийских игр. Уже при выдвижении кандидатуры города Заявочный комитет «Сочи-2014» определил цели, приоритеты и процессы, призванные обеспечить климатически нейтральное проведение игр и устойчивое развитие региона. Так, например, планируется возведение новых и модернизация существующих зданий с применением современных технологий и экологических строительных материалов, а также значительное снижение потребления ископаемого топлива за счет использования возобновляемых источников энергии.

Федеральное министерство по делам окружающей среды, охраны природы и безопасности ядерных реакторов поручило Немецкому энергетическому агентству dena подготовить аналитический отчет для разработки общей концепции экологического энергоснабжения Олимпийских игр, основное внимание в котором должно уделяться реализации потенциала повышения энергоэффективности потребителей (зданий, транспорта, установок, машин и оборудования) и расширения использования возобновляемых источников энергии.

## **Основы, допущения и подходы**

В основу фундаментального анализа и разработки рекомендаций были положены результаты информационного поиска применительно к заданным параметрам и показателям в отношении имеющейся энергосети, транспортной инфраструктуры и степени ее загруженности, а также планирующейся застройки. В рамках определения имеющегося потенциала изучались существующие планы и данные на предмет возможности повышения энергоэффективности и использования возобновляемых источников энергии. Приведенные примеры передового практического опыта в области транспорта, строительства и экологического производства энергии призваны подчеркнуть реализуемость данных ниже рекомендаций. На основе собранного фактического материала, анализа лучшей мировой практики и имеющегося потенциала разработаны концепции и рекомендации по проведению CO<sub>2</sub>-нейтральных Олимпийских игр.

В качестве материала для оценки текущей ситуации в Сочи послужили официальные конкурсные документы, мастер-планы, анализы имеющегося потенциала, пресс-релизы и результаты совместного информационного поиска с местными партнерами.

## Энергоэффективные здания

### Исходная основа и подходы

В Заявочной книге города-соискателя Заявочным комитетом «Сочи-2014» была заложена основа для экологического проведения игр и устойчивого развития региона, закреплённая в федеральной целевой программе развития. Для достижения поставленных целей ГК «Олимпстрой» приняла ряд мер, включающих в себя учет зарубежного опыта и внедрение «зеленых стандартов» (BREEM, LEED, HQE, CASBEE, GBI) в т.ч. с детальной проработкой вопросов в рабочих группах. Утверждены экологические требования и рекомендации к проектированию и строительству олимпийских объектов, в которых нашли отражение принципиальные соображения по повышению энергоэффективности зданий и использованию возобновляемых источников энергии. Однако, с точки зрения dena для реализации проектов и действенной поддержки инвесторов и проектировщиков требуется дальнейшая детализация и определение технологий и стандартов. Имеющиеся законодательные и нормативные акты недостаточны для достижения амбициозных целей защиты климата. Поэтому в настоящем аналитическом отчете указываются пути и называются стандарты, направленные на достижение поставленных целей.

### Сравнительный анализ предлагаемых стандартов энергоэффективности зданий

Для Сочи были разработаны два стандарта энергоэффективности и проведено их сравнение с существующей нормативной базой. Помимо оценки общего энергосбережения указаны конкретные технологии и нормы теплоизоляции зданий.

Для обеспечения применимости стандартов для них были определены следующие исходные условия:

- классификация на пять типичных случаев функционального использования зданий: офисное здание / гостиница эконом-класса / гостиница бизнес-класса / медиа-центр / крытый каток и многофункциональный комплекс
- энергетический баланс обоих стандартов энергоэффективности:
  - стандарт энергоэффективности I должен быть выполним при использовании широко применяемых и хорошо зарекомендовавших себя на практике технологий
  - стандарт энергоэффективности II комбинирует традиционные и инновационные технологии и предусматривает возможности дальнейшей оптимизации
- к предусмотренным для обоих стандартов энергоэффективности технологиям предъявляется требование их доступности на российском рынке и применимости в кратко- и среднесрочной перспективе
- определение различных типов зданий на основании анализа эскизных проектов и генерального плана олимпийских сооружений в Сочи

Отдельные типы зданий анализировались на предмет первичной и конечной потребности в энергии.

## **Рекомендации по энергоэффективности зданий в Сочи**

Для достижения цели проведения в Сочи CO<sub>2</sub>-нейтральных Олимпийских игр необходимо не только разработать стратегию, но и принять ряд мер по внедрению в строительство инновационных технологий, начиная со стадии разработки проектной документации и вплоть до контроля исполнения. Как показывает энергетический баланс, в случае применения стандарта энергоэффективности II теплотребление может быть снижено прил. на 60%, а первичная потребность в энергии – на 70%. Наибольшим потенциалом обладает улучшение теплоизоляции зданий и применение высокоэффективных технологий, например, солнечных и рекуперативных установок, тепловых насосов для отопления и климатизации зданий, а также использование современного технического оборудования с низким энергопотреблением. В аналитическом отчете подробно описываются заложенные в стандарты энергоэффективности конкретные меры, технологии и их принцип действия.

Концепция энергоэффективных зданий вносит свой вклад в снижение энергопотребления и сокращение вредных выбросов в период зимней Олимпиады-2014. Основной потенциал экономии будет реализован в ходе последующего долгосрочного использования зданий в рамках программы развития города Сочи как туристического и экономического центра.

## **Энергоэффективные транспортные системы**

### **Исходная основа и подходы**

В фокусе анализа находится пассажирский транспорт, в особенности, его первичное и последующее использование. При этом основное внимание уделялось трем мерам: «Отпадение необходимости в пользовании транспортом», «Переход с индивидуального автотранспорта на более эффективные альтернативы» и «Совершенствование автомобилей с рассмотрением аспектов привода, топлива и степени использования». Из содержащейся в Заявочной книге транспортной концепции видно, что организаторы сознают свою ответственность. Главной целью является сведение к минимуму вредного воздействия на окружающую среду в местах проведения игр и учет экологических аспектов. Повышение энергоэффективности и экологичности транспорта может быть достигнуто такими мерами, как сокращение дистанции между объектами, модернизация инфраструктуры, бесплатный провоз гостей и обслуживающего персонала в общественном транспорте, а также непредоставление частным автомобилям возможности парковки у спортивных сооружений. Некоторые из запланированных инвестиционных проектов рекомендуется подвергнуть углубленному анализу в отношении долговременного эффекта от созданной инфраструктуры.

### **Концентрация на инвестициях в общественный транспорт**

Будучи долгое время страной с высокой степенью использования общественного транспорта, Россия все больше превращается в страну, в которой доминируют индивидуальные транспортные средства. Уровень автомобилизации в Сочи (прил. 290 автомобилей на 1.000 жителей) уже сегодня превышает среднее значение по России. Согласно прогнозам к 2014 году этот показатель повысится до 350 автомобилей на 1.000 жителей. Значительная часть запланированных для проведения Олимпийских игр инвестиций приходится на инвестиции в дорожную сеть (соотношение прил. 2/3 к 1/3), т.е. косвенно в индивидуальный автотранспорт. При этом

общественный транспорт обладает значительными преимуществами перед индивидуальным по удельным выбросам CO<sub>2</sub> в атмосферу и первичному потреблению энергии. Здесь городу Сочи и Краснодарскому краю стоит последовать примеру других масштабных спортивных мероприятий и попытаться целевыми инвестициями в транспортную инфраструктуру (с фокусом на общественный транспорт) занять лидирующую позицию среди российских регионов по энергоэффективности транспортной системы.

### **Долгосрочный рост энергоэффективности путем обновления парка автомобилей и использования региональных возобновляемых источников энергии**

Заблаговременное включение долгосрочной перспективы последующего использования в общую концепцию позволит максимально реализовать потенциал повышения энергоэффективности. Пуск высокоскоростного электропоезда «Сапсан» по маршруту Москва–Сочи повысит привлекательность ж/д транспорта для приезда-отъезда по сравнению с авиатранспортом и индивидуальным автотранспортом.

Своевременный ввод в эксплуатацию энергоэффективного автомобильного парка, в особенности автобусов, позволит снизить вредные выбросы в атмосферу уже в 2010–2011 годах. При этом синтетическое дизельное топливо, биогаз из органических отходов и навоза, а также произведенный на ВИЭ-установках водород обладают наибольшим потенциалом по сокращению выбросов парниковых газов. Укомплектование пассажирского транспорта автобусами, работающими на сжиженном природном газе, вместе с переоборудованием 50 процентов индивидуальных транспортных средств на сжиженный природный газ или гибридный привод может предотвратить выброс прибл. 1.160 т CO<sub>2</sub> в атмосферу за две недели проведения Олимпийских игр. Замещение природного газа биогазом позволит реализовать дополнительный потенциал сокращения выбросов CO<sub>2</sub>.

Воздействие электрифицированного ж/д транспорта на климат определяется способом производства электроэнергии. Целесообразно максимально увеличить долю зеленого тока. Совместное пользование автомобилями является одной из возможностей повысить степень использования индивидуальных транспортных средств, при этом их оперативное распределение может оптимизироваться с помощью программного обеспечения. Рекомендуется интеграция скоростных автомагистралей и внутригородского сообщения в систему управления движением транспорта с последующим долгосрочным использованием. Сопутствующие меры в форме обучения правилам экономии топлива, логистического и транспортного менеджмента, а также каршеринга (car2go и т.п.) позволяют реализовать дополнительный потенциал повышения энергоэффективности. Объявление прилегающих к спортивным сооружениям районов зонами ограниченного доступа транспортных средств (LEZ) подчеркнет экологический характер Олимпийских игр. Помимо этого, пилотные проекты (приводы на биогазе, водороде / топливных элементах и электроэнергии) послужат наглядным доказательством высокого технического уровня России.

### **Количественная оценка потенциала экономии от предложенных мер**

Комплекс предложенных в аналитическом отчете мер в области транспорта (оптимизация приезда-отъезда, использование зеленого тока для ж/д сообщения и экологического топлива для автобусов и автомобилей) позволяет снизить выбросы CO<sub>2</sub> в атмосферу в период проведения игр прилб. на 13 процентов ( $\approx 30\,000$  т CO<sub>2</sub>). Важно указать на то обстоятельство, что наибольший потенциал экономии может быть реализован, если в планирование будет заложено последующее использование инфраструктуры. К сожалению, этому долгосрочному эффекту невозможно дать точную количественную оценку.

### **Возобновляемые источники энергии**

#### **Исходная основа и подходы**

Использование возобновляемых источников энергии следует рассматривать как важный компонент для достижения цели проведения в Сочи в 2014 году климатически нейтральных Олимпийских игр. Описываемые здесь меры и рекомендации по расширенному использованию возобновляемых источников энергии (на период 2010–2014 годов) ориентированы на технически реализуемые опции. Реализация концепции предусматривает ее привязку к местным условиям (имеющаяся инфраструктура и сеть энергоснабжения, наличие в регионе возобновляемых источников энергии). Целью является покрытие потребности Олимпийских игр-2014 в электроэнергии в течение периода балансирования за счет возобновляемых источников энергии.

В энергетической концепции dena учтено энергопотребление транспортных средств согласно представленной транспортной концепции, т.е. частичный перевод автобусов и легковых автомобилей на биогаз, а также покрытие потребности в электроэнергии из возобновляемых источников. То же относится как к предотвратимым, так и к остаточным, подлежащим компенсации выбросам CO<sub>2</sub>.

Если рассматривать только сами Олимпийские игры, то дополнительная потребность в электроэнергии (вызванная расширением инфраструктуры) Сочи возрастет к 2014 году до 340 МВт. При указанных допущениях<sup>1</sup> дополнительная потребность в электроэнергии в течение Олимпийских игр (1 месяц) составит прилб. 290 ГВт·ч.

В главе 3 «Энергоэффективные здания» представлены сценарии, позволяющие оценить потребность в тепле всего олимпийского комплекса. Согласно разработанному dena стандарту энергоэффективности II годовичную потребность в тепле зданий и сооружений Олимпийского парка можно оценить в 73 ГВт·ч.

---

<sup>1</sup> Допущения (ср. гл. 6):

1. За основу для оценки инфраструктурных проектов для зимних Олимпийских игр взята дополнительная потребность в энергии (общая потребность 340 МВт).
2. Свободные резервы в течение года должны составлять 70% от общей потребности в энергии, что соответствует прилб. 2.100 ГВт·ч/год.
3. Потребность Олимпиады в электроэнергии = коэффициент 1,7 (с учетом времени года и притока посетителей) x среднемесячное потребление при дополнительной потребности в энергии 340 МВт и продолжительности игр один месяц.

Представленная в главе 4 транспортная концепция исходит из дополнительной потребности в электроэнергии из возобновляемых источников 21 ГВт·ч и прибр. 2,5 млн. нормальных кубических метров биогаза, соответствующего по качеству природному ( $\approx 27$  ГВт·ч).

Ниже представлен итоговый сценарий потребности в энергии за время проведения Олимпийских игр, а также потребность в тепле в 2014 году:

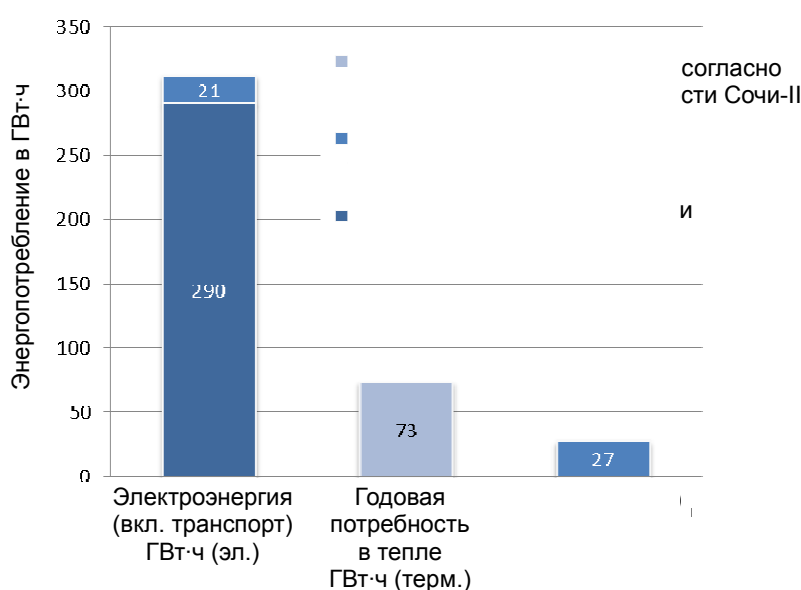


Рис. 1. Сценарий потребности в энергии зимней Олимпиады-2014 при реализации концепций dena

### Рекомендации по энергоснабжению Сочи

Концепция энергоснабжения преследует цель покрыть энергопотребление Олимпийских игр-2014 в Сочи в основном за счет региональных возобновляемых источников энергии.

Согласно концепции энергоснабжения производство электроэнергии должно основываться на использовании биомассы при комбинированной выработке электрической и тепловой энергии, монтаже фотоэлектрических установок на строящихся сооружениях Олимпийского парка и строительстве комплекса электростанций в Сочи. Это позволит свести к минимуму импорт электроэнергии из федеральной энергосистемы и покрывать потребность в электроэнергии за счет более экологических региональных источников («ВИЭ-энергопарк Сочи»). Дальнейшим сценарием, рассматриваемым в настоящем аналитическом отчете, является импорт ветровой электроэнергии из одного из запланированных в Краснодарском крае энергокомплексов на базе ветровых электростанций (ветропарк в Анапе).

Потребность объектов олимпийской инфраструктуры в тепле рекомендуется покрывать за счет работающих на биотопливе ТЭЦ и солнечных коллекторов, устанавливаемых на крышах Олимпийского парка.



Помимо указанной доли электроэнергии из возобновляемых источников, существенным аспектом для транспортной концепции Сочи является покрытие потребности в газе за счет биогаза, получаемого в результате сбраживания органических отходов (бытовых и сельскохозяйственных отходов, обрезки зеленых насаждений), с его последующей очисткой, подготовкой и выдачей в местную газовую сеть.

Основываясь на запланированном в городе комплексе электростанций – гидроэлектростанция и газовые теплоэлектроцентрали – (дополнительная) потребность в электроэнергии Олимпийских игр-2014 в сумме может покрываться производством энергии из возобновляемых ресурсов (ВИЭ-энергопарк Сочи). Обязательным условием является начало проектирования уже в 2010 году. Это позволит параллельно заниматься вопросами производства энергии и энергопотребления, разнеся их по времени и месту. Удаленность производителей восполняется выдачей тепла, электроэнергии и газа в существующую сеть. Благодаря смещению по времени дополнительная потребность в электроэнергии и топливе (в течение 1 месяца), непосредственно связанная с проведением Олимпийских игр-2014, согласно энергетическому балансу может быть покрыта за 3,5 года (сценарий «ВИЭ Сочи-2014») или 1,6 года (за счет ветропарка в Анапе). Дополнительная потребность в тепле, как она определяется в балансе (т.е. частично без привязки по времени и месту к потребности), может быть покрыта в течение любого текущего года.

#### **Баланс выбросов парниковых газов в ходе проведения зимней Олимпиады-2014 в Сочи**

Аналогично расчету энергопотребления при оценке объема выбросов парниковых газов здесь рассматривались только непосредственные выбросы от транспорта и энергоснабжения. При этом учитывался потенциал сокращения выбросов вследствие реализации рассмотренных выше концепций повышения энергоэффективности зданий и транспортных средств, а также энергоснабжения от ВИЭ-энергопарка Сочи.

Для предотвращения выбросов парниковых газов, связанных с проведением зимней Олимпиады-2014 в Сочи, рекомендуется в первую очередь реализовать потенциал их сокращения путем принятия мер по повышению энергоэффективности транспортных средств и сооружений Олимпийского парка. Следующим шагом является как можно более широкое использование возобновляемых источников энергии.

При применении к олимпийским объектам описанного в главе 3 стандарта энергоэффективности II потребность Олимпийского парка в тепле в период проведения игр будет снижена прилб. на 108 ГВт·ч в год. Сокращение выбросов парниковых газов за тот же период составит прилб. 3.900 тонн CO<sub>2</sub>-эквивалента.

Меры по оптимизации междугородного и городского сообщения в рамках представленной в главе 4 транспортной концепции позволяют сократить выбросы парниковых газов прилб. на 29.100 тонн CO<sub>2</sub>-эквивалента.

Предложенный в настоящем аналитическом отчете ВИЭ-энергопарк Сочи позволяет предотвратить выбросы в атмосферу 5.300 тонн CO<sub>2</sub>-эквивалента в период проведения игр за счет снижения импорта электроэнергии из федеральной энергосистемы, а первый в Краснодарском крае ветропарк в Анапе сэкономит 13.500 тонн CO<sub>2</sub>-эквивалента.

### **Баланс выбросов парниковых газов – выводы**

Для нейтрализации выбросов парниковых газов, связанных с проведением зимней Олимпиады-2014 в Сочи, в первую очередь следует достичь сокращения выбросов путем принятия мер по повышению энергоэффективности транспортных средств и сооружений Олимпийского парка.

За срок службы мощностей ВИЭ ими будет достигнута следующая балансовая компенсация остаточных выбросов парниковых газов от проведения зимней Олимпиады-2014:

- ВИЭ-энергопарк Сочи: замещение импорта электроэнергии из федеральной энергосистемы составит 89 ГВт·ч в год. При предполагаемом 20-летнем сроке службы энергопарка импортозамещение в итоге составит 1.780 ГВт·ч<sub>эл.</sub>. Помимо этого ВИЭ-энергопарк Сочи будет вырабатывать 190 ГВт·ч тепловой энергии в год. Производство ВИЭ-энергопарком Сочи электрической и тепловой энергии в течение всего срока службы приведет в общей сложности к компенсации 1.711.600 тонн CO<sub>2</sub>-эквивалента. По сценарию «ВИЭ и энергоэффективность Сочи» нейтральный баланс выбросов парниковых газов зимней Олимпиады-2014 был бы достигнут через 3 года и 8 месяцев.
- Находящийся на стадии проектирования ветропарк в Анапе должен выйти на мощность 100 МВт, что соответствует производству 200 ГВт·ч электроэнергии в год и равновеликому импортозамещению из федеральной энергосистемы. При предполагаемом 20-летнем сроке службы компенсация может составить 3.232.000 тонн CO<sub>2</sub>-эквивалента. По сценарию «ВИЭ и энергоэффективность Краснодар» нейтральный баланс выбросов парниковых газов зимней Олимпиады-2014 был бы достигнут уже через 2 года.

На приведенной ниже диаграмме дан общий обзор основных мер по повышению энергоэффективности.

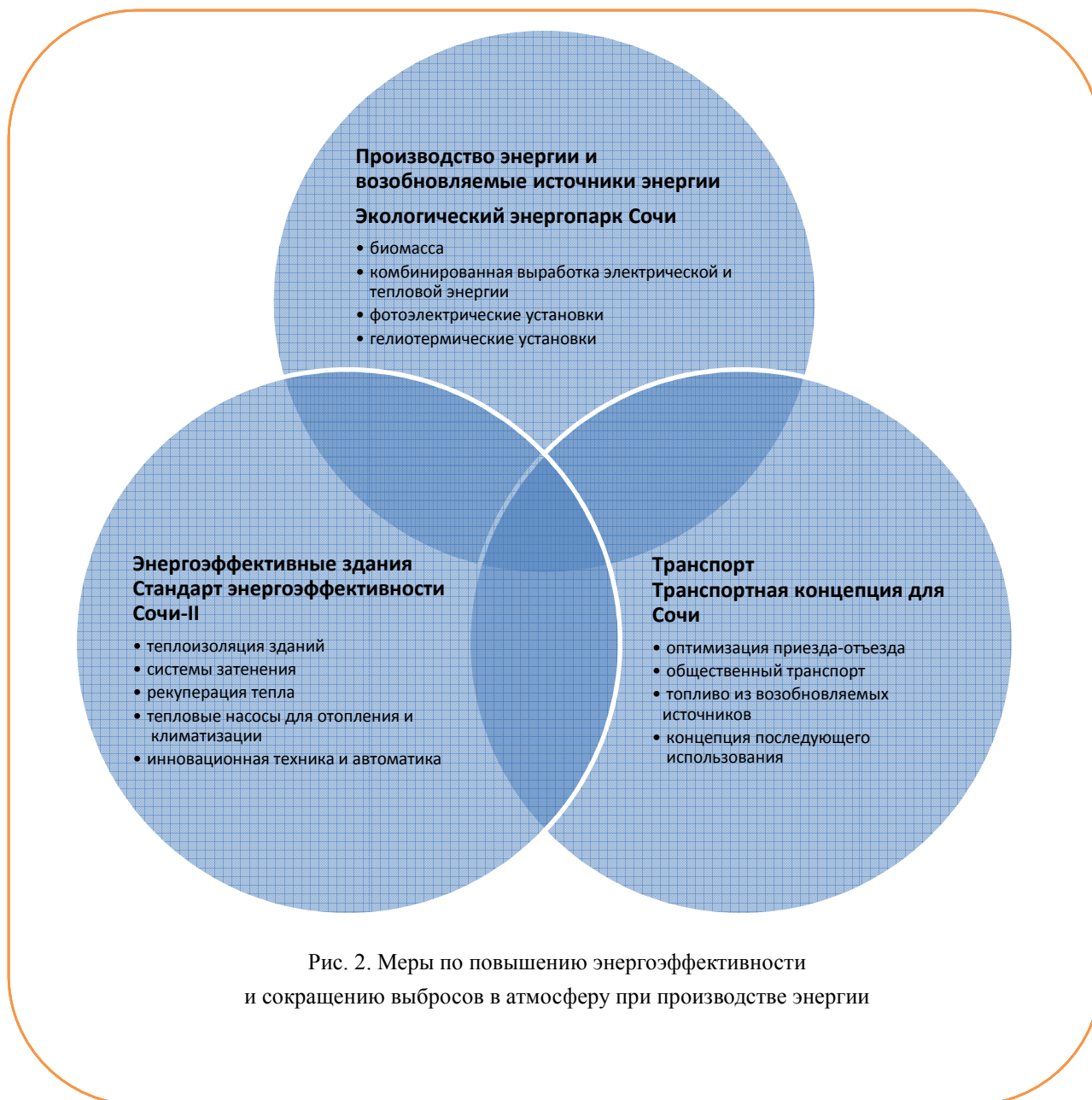


Рис. 2. Меры по повышению энергоэффективности и сокращению выбросов в атмосферу при производстве энергии

## 1 Введение

### 1.1 Краткий экскурс

Зимняя Олимпиада-2014 пройдет в Сочи. В рамках Программы ООН по окружающей среде UNEP Правительство Российской Федерации и Оргкомитет «Сочи-2014» приняли на себя обязательства по обеспечению нейтрального углеродного баланса в ходе подготовки и проведения зимних Олимпийских игр. С учетом проходящего в настоящее время в Копенгагене саммита ООН по изменению климата данная тема приобретает особую актуальность. Конкретно это означает, что взятые на себя организаторами Олимпийских игр обязательства по защите климата предъявляют специфические требования к проектированию, строительству и эксплуатации зданий и спортивных сооружений, а также к энергоснабжению и транспортному сообщению в Сочи и пригородах.

Руководствуясь принципом устойчивого развития, Правительство РФ планирует долгосрочное использование олимпийских объектов, энергетической и транспортной инфраструктуры в постигровой период. Сочи был и остается национальным курортом, активно посещаемым не только летом, но и пользующимся все большей популярностью зимой. Зимняя Олимпиада-2014 призвана внести свой вклад в развитие Сочи как круглогодичного курорта мирового класса. Сюда же относится создание экологически безопасной системы энергоснабжения.

Вместе с тем проект «Сочи-2014» следует рассматривать более широко, а именно, в ракурсе российской энергетической политики. В июне 2008 года Президент России Дмитрий Медведев подписал указ «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики», который предусматривает снижение к 2020 году энергоемкости ВВП России не менее чем на 40% по сравнению с 2007 годом. Центральным элементом недавно утвержденной Правительством РФ Энергетической стратегии на период до 2030 года станет повышение энергоэффективности и модернизация ТЭК. ЭС-2030 также учитывает имеющийся в стране потенциал возобновляемых источников энергии, в четыре раза превышающий ежегодное потребление энергии.

23 ноября 2009 года Президент РФ Дмитрий Медведев подписал федеральный закон «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности», принятый Государственной думой 11 ноября 2009 года и одобренный Советом Федерации 18 ноября 2009 года. Закон определяет рамки для конкретных мер по претворению в жизнь энергетической стратегии РФ при том, что многое предстоит конкретизировать в разрабатываемых в настоящее время подзаконных актах. Целью является повышение эффективности производства энергии и развитие использования возобновляемых источников энергии, в особенности, на региональном уровне. В соответствии с законом региональные и муниципальные программы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности должны быть утверждены до 1 августа 2010 года. Регионам следует также уделить внимание неиспользованному потенциалу для углубления международного сотрудничества в области энергоэффективности.

Краснодарский край располагает значительными ресурсами таких возобновляемых источников энергии, как геотермальная, солнечная, ветровая энергия и биоэнергия. Вместе с тем наблюдается значительная зависимость от ископаемого топлива, потребность в котором почти наполовину покрывается за счет поставок из богатых природными ресурсами регионов России. Запланированы многочисленные проекты с зарубежными партнерами по возведению ветропарков или использованию геотермальной энергии, часть из которых вышла на стадию реализации.

В этом контексте Федеральное министерство по делам окружающей среды, охраны природы и безопасности ядерных реакторов поручило Немецкому энергетическому агентству dena подготовить аналитический отчет для разработки общей концепции экологического энергоснабжения Олимпийских игр, основное внимание в котором должно уделяться реализации потенциала повышения энергоэффективности потребителей (зданий, транспорта, установок, машин и оборудования) и возможности использования возобновляемых источников энергии.

Мы надеемся, что настоящий аналитический отчет послужит дальнейшему развитию диалога об использовании климатически нейтральных технологий с минимальными выбросами CO<sub>2</sub> и даст импульс для реализации представленных в нем результатов и рекомендаций.

## **1.2 Информационная база аналитического отчета**

Для подготовки аналитического отчета помимо официальных конкурсных документов и общедоступных источников использовалась информация, предоставленная нам привлеченными к реализации региональных проектов проектно-конструкторскими бюро и компаниями. Мы выражаем особую благодарность компании Drees & Sommer Advanced Building Technologies GmbH с отделениями в Штутгарте и Москве, а также проектному бюро Kohlbecker, Architects & Engineers с отделениями в Гагенау и Сочи за плодотворное сотрудничество. Подробная информация об использованных материалах и источниках приведена в библиографии в заключительной части отчета.

## 2 Основы и подходы

### 2.1 Основы

Такие масштабные спортивные мероприятия, как зимние Олимпийские игры, имеют далеко идущие последствия для окружающей среды и развития региона, действие которых намного превышает сам период их проведения.

Использование современных энергосберегающих технологий и возобновляемых источников энергии подчеркивает экологический характер игр, одним из приоритетов которых является сбережение природных ресурсов и минимизация негативного воздействия на окружающую среду. Снижение расхода энергии обуславливает не только сокращение выбросов в атмосферу, но и экономичность проведения игр. В особенности, снижение расходов на энергоснабжение позволяет также и в постигровой период рентабельно эксплуатировать спортивные сооружения и объекты туристической и деловой инфраструктуры.

Проведение в Сочи CO<sub>2</sub>-нейтральных Олимпийских игр не должно оставаться прерогативой предприятий топливно-энергетического комплекса и обеспечиваться лишь в рамках торговли эмиссионными квотами или за счет компенсационных природоохранных мер. Принципиально важнее попытаться снизить до минимума энергопотребление принятием комплекса мер уже на стадии проектирования.

Уже состоявшиеся или предстоящие крупные спортивные мероприятия, такие как Чемпионат мира по футболу-2006 в Германии, зимние Олимпийские игры-2010 в Ванкувере или летние Олимпийские игры-2012 в Лондоне демонстрируют возможность проведения игр в гармонии с природой при наличии целостной концепции и комплексного подхода. Внимание мировой общественности, привлекаемое Олимпийскими играми, и обязательства по защите климата, принятые на себя Оргкомитетом «Сочи-2014», подчеркивают исключительное значение этого события. Целенаправленная и неуклонная реализация инновационных концепций и мер в ходе подготовки к Олимпийским играм-2014 в Сочи может послужить наглядным образцом передового опыта и примером для подражания во всем регионе.

Для этого необходима последовательная интеграция мер по повышению энергоэффективности и сокращению выбросов уже на стадии планирования. Проекты для Сочи находятся в достаточно высокой стадии готовности, поэтому их детальная проработка и конкретизация с учетом указанных мер должна выполняться по возможности без промедления. На основе оценки текущей ситуации и ее сравнения с передовой мировой практикой в настоящем аналитическом отчете даются рекомендации, какие конкретные меры следует принять в определенных областях, чтобы обеспечить климатическую нейтральность Олимпийских игр-2014.

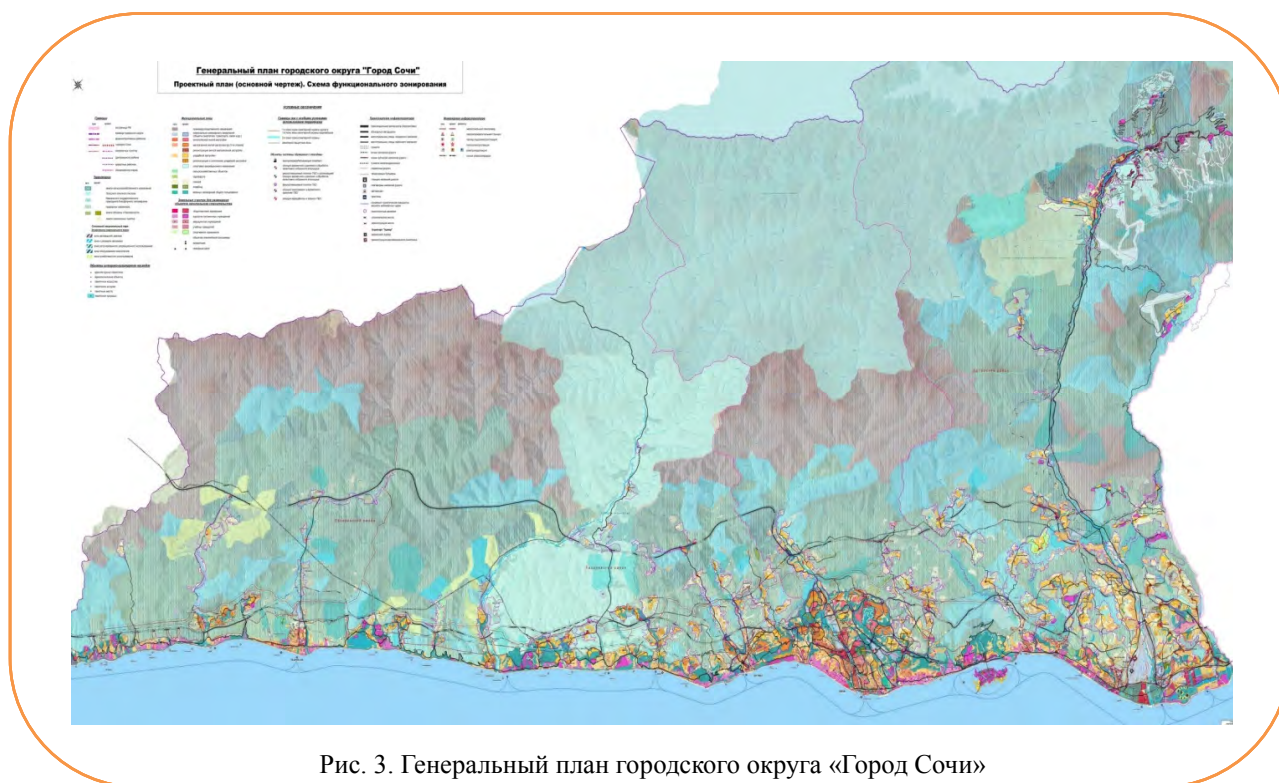


Рис. 3. Генеральный план городского округа «Город Сочи»

## 2.2 Подходы

В основу фундаментального анализа и разработки рекомендаций были положены результаты сравнения текущей ситуации с передовой мировой практикой. Информационный поиск проводился в отношении имеющейся энергосети, транспортной инфраструктуры и степени ее загруженности, а также планирующейся застройки. Для определения имеющегося потенциала изучались существующие планы и данные на предмет возможности повышения энергоэффективности и использования возобновляемых источников энергии. Приведенные примеры передового практического опыта в области транспорта, строительства и экологического производства энергии призваны подчеркнуть реализуемость данных ниже рекомендаций. На основе собранного фактического материала, анализа лучшей мировой практики и выявленного потенциала разработаны концепции и рекомендации по проведению CO<sub>2</sub>-нейтральных Олимпийских игр.

### 3 Энергоэффективные здания

#### 3.1 Градостроительство и сооружение олимпийских спортивных объектов – исходная ситуация и планирование

При сооружении зданий для временных мероприятий вопросам энергоэффективности часто уделяют недостаточно внимания. Однако, если рассматривать последующее долгосрочное использование и стремиться к развитию туристической инфраструктуры, как это имеет место в Сочи, то необходимо выработать концепции и решения, ориентированные на перспективу. Они могут помочь значительно сократить энергопотребление и вредные выбросы и оптимизировать структуру энергообеспечения как в ходе проведения зимних Олимпийских игр-2014, так и в постигровой период.

Еще в Заявочной книге на проведение Игр Олимпийская деревня была включена в целевую программу<sup>2</sup> комплексного развития Сочи. В рамках системы управления устойчивым развитием (Sustainability Management System, SMS) были определены цели, процедуры и приоритеты, направленные на обеспечение дальнейшего использования олимпийских объектов и развития региона (1).

При этом цели и их достижение были сформулированы следующим образом:

- сооружение новых и санирование существующих зданий должно происходить на основе долговременных критериев
- внедрение новых методов должно быть экономически реализуемым и обеспечивать устойчивое развитие
- воздействие на окружающую среду должно быть минимизировано путем использования прогрессивных технологий и материалов для «зеленого строительства» (GreenBuilding)
- применение экологичных и переработанных из вторичного сырья стройматериалов
- дальнейшее сокращение энергопотребления в зданиях за счет использования возобновляемых источников энергии
- использование для олимпийских объектов и их оснащения не менее 25% местных природных материалов

Названные цели и меры определяют принципиальные подходы для достижения энергетической эффективности в области строительства. Для достижения поставленных целей ГК «Олимпстрой» приняла ряд мер, включающих в себя учет зарубежного опыта при разработке и внедрении «зеленых стандартов» (2) (BREEM, LEED, HQE, CASBEE, GBI), в т.ч. с детальной проработкой вопросов в рабочих группах. Утвержден перечень дополнительных экологических требований («зеленые стандарты») к проектированию и строительству олимпийских объектов (3), в котором нашли отражение принципиальные соображения по повышению энергоэффективности зданий и использованию возобновляемых источников энергии.

---

<sup>2</sup> Федеральная целевая программа развития Сочи в заявке: «Gateway to the future» (1)



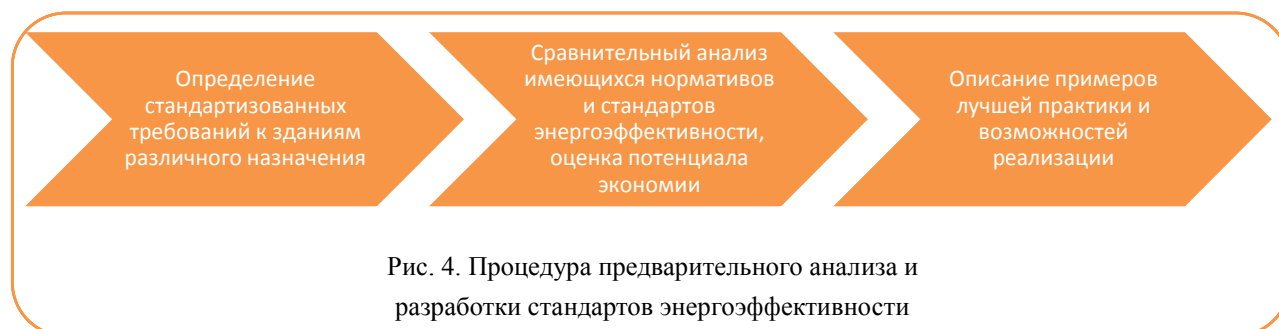
Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014

Область применения	Меры и технологии	Индикаторы
Использование возобновляемых источников энергии	1. Солнечная и тепловая энергии	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Солнечные батареи</li> <li>- Солнечные водонагреватели и теплоаккумуляторы, в т.ч. вакуумные трубные коллекторы (прибл. 10% теплоснабжения следует покрывать за счет солнечной энергии)</li> <li>- Широкое использование тепловых насосов различного вида для отопления и охлаждения</li> </ul> <p>Тепловая формула Олимпиады: не менее 40% тепла от тепловых насосов, не менее 30% тепла от вакуумных трубных коллекторов (в летний период)</p>
	2. Фотовольтаика	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Использование фотоэлектрических источников энергии и преобразователей</li> </ul>
	3. Ветровая энергия и биомасса	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Использование ветрогенераторов с вертикальной осью вращения ветрового колеса (не менее 10% установленной мощности для выдаваемой в сеть энергии должно быть получено от ветрогенераторов и не менее 5% – от солнечных установок)</li> </ul>
	4. Использование вторичных источников энергии в энергетическом балансе	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Рекуперация всех видов энергии</li> </ul>
Архитектурные решения	1. Энергоэффективные фасады	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Использование энергоэффективных стеклопакетов</li> <li>- Применение безрамного остекления</li> <li>- Использование современных тепло- и пароизолирующих материалов для уменьшения теплоотдачи через оболочку зданий</li> <li>- Ориентация на юг окон и фасадов коммерческих и жилых зданий</li> <li>- Озеленение стен, крыш и балконов с целью повышения качества воздуха, снижения расхода энергии и улучшения внешнего вида</li> <li>- Высокая степень естественной освещенности (до 75% за счет солнечного света)</li> <li>- Использование затеняющих конструкций</li> </ul>

Табл. 1. Выдержка из перечня дополнительных экологических требований к проектированию и строительству олимпийских объектов (3)

Однако, с точки зрения dena для реализации проектов и действенной поддержки инвесторов и проектировщиков требуется дальнейшая детализация и определение технологий и стандартов. Российская нормативно-правовая база недостаточна для достижения амбициозных целей защиты климата.

Необходимое в этом отношении содействие как раз и является целью настоящего аналитического отчета. В нем разработаны стандарты энергоэффективности и меры по улучшению энергоэффективности зданий. Также определены стандарты энергоэффективности для различных типов зданий, исходя из имеющихся норм типовой застройки в Краснодарском крае и градостроительных планов для Сочи. Наряду с рассмотрением суммарного потенциала экономии даны конкретные предложения по его реализации. Выбор и описание примеров лучшей практики продемонстрирует широкие возможности практического применения.



### 3.2 Градостроительное планирование и прогноз роста населения в Краснодарском крае

Региональное планирование для Краснодарского края ориентируется на его долгосрочное развитие как туристического центра с удвоением числа приезжих к 2032 году. Намечено, что горные и приморские регионы должны достичь уровня престижных курортных, спортивных, туристических и экономических центров. Для осуществления этих планов по согласованию с правительством Российской Федерации были разработаны федеральная целевая программа развития и генеральный план городского округа города Сочи (4). Составлены прогнозы роста и предложены меры по созданию соответствующей инфраструктуры. Олимпийские игры рассматриваются при этом как шанс воплотить указанные планы уже в ближайшем будущем.

Генеральный план предусматривает увеличение площади города Сочи с 17 678 до 22 235 га. Это соответствует расширению территории на 26%. Вместе с тем прогнозируется рост населения на 29% – с нынешнего уровня 402 000 жителей до 518 000 в 2032 году. При этом комплексное развитие города должно стать частью перспективного планирования с учетом особых требований, определяемых наличием природоохранных зон (заповедников), ростом населения и социальным развитием. Интересы спорта должны согласовываться с интересами туризма и долгосрочного регионального развития путем перспективного и рационального планирования и проектирования спортивных сооружений, объектов сферы услуг и гостиниц.

Район города	Площадь в существующих границах	Площадь в запланированных границах
Сочи, всего	17 678 га	22 235 га
из них:		
Адлер	3 525 га	4 014 га
Хостинский	3 157 га	5 041 га
Центральный / Новая Магеста	3 037 га	3 566 га
Лазаревский	7 959 га	9 614 га

Табл. 2. Изменения площадей административных единиц в пределах городского округа города Сочи (4)

**Подготовив генеральный план, Городское собрание Сочи сделало важный шаг для конкретизации общих представлений. Тем не менее, разработано недостаточно конкретных мер, позволяющих сформулировать требования к устойчивому развитию и энергоэффективности.**

**Рекомендация:** в ходе планирования и проведения Олимпийских игр в процессе реализации различных строительных и инженерно-технических решений в общественных зданиях, гостиницах и коммерческих комплексах может быть собрана обширная информация, отражающая опыт застройщиков, проектировщиков и строителей. При этом речь идет не только о достижении поставленной цели – проведении CO<sub>2</sub>-нейтральных Олимпийских игр – но также и о демонстрации реализуемости мер по повышению энергоэффективности в конкретном регионе и о создании в нем примера передового практического опыта.

### 3.3 Сравнительный анализ предлагаемых стандартов энергоэффективности зданий

Эффективное использование энергии в зданиях существенно зависит как от строительных (теплоизоляция), так и от технических факторов (отопление, вентиляция, климатизация и освещение). Поэтому было изучено, какое влияние оказывает различное исполнение вышеназванных компонентов в региональных климатических условиях Сочи. Исходя из стандартного исполнения по российским строительным нормам и правилам, был проведен детальный сравнительный анализ пакетов мер, формирующих определенный стандарт энергоэффективности.

Для классификации назначения зданий была произведена выборка из проектируемых в настоящее время для зимней Олимпиады-2014 зданий, которые были затем упрощенно смоделированы в качестве стандартных зданий пяти типов:

- офисное здание
- гостиница эконом-класса (1-3 звезды)
- гостиница бизнес-класса (4-5 звезд)
- медиа-центр
- крытый каток / многофункциональный комплекс

Выделение названных типов зданий является тем упрощением, которое призвано обеспечить адекватность результатов анализа и их переносимость на российские реалии.

### **Исходная основа: российская нормативная база – т.н. «обычный стандарт».**

В рамках сбора информации и анализа было установлено, что в последние годы бережное отношение к энергии нашло свое отражение в строительных нормах и правилах, законодательных и подзаконных актах. Возросшее понимание необходимости защиты окружающей среды и повышения энергоэффективности зафиксировано в нижеприведенных документах, на основе которых проводился анализ нормативной базы и определение обычного стандарта:

- «Энергетическая стратегия России на период до 2020 года» (5). Данная стратегия устанавливает цели и приоритеты взаимодействия ТЭК со смежными отраслями. Кроме того, в ней намечены тенденции и потенциалы развития в областях строительства, теплоснабжения и теплофикации.
- СНиП «Тепловая защита зданий» (6). Введение данных СНиП определило нормативно-правовые механизмы энергосберегающего строительства. Ужесточение требований стандарта энергоэффективности зданий повлекло за собой использование высококачественных материалов в строительстве и фокусирование внимания на этой области. Вступление СНиП в силу вызвало заметные изменения на региональном и межрегиональном уровнях.
- Прочие федеральные и региональные нормативы, действующие в субъектах Российской Федерации
- Во многих нормах и правилах заметно влияние – по времени публикации и по содержанию – европейских директив, таких как, например, Energy Performance of Buildings Directive (Директива по энергоэффективности зданий), что позволяет предположить углубление процесса унификации.
- Другие программы, направленные на повышение энергоэффективности и выходящие за рамки стройиндустрии, также влияют на процессы в области строительства.

В качестве исходной основы были разработаны модели зданий, энергетический стандарт которых соответствует российским СНиП и СП (6, 7, 8). Чтобы сделать возможным прямое сравнение, на приведенном ниже рисунке сопоставлены климатические условия и требуемые значения коэффициента теплоотдачи<sup>3</sup>. Этот рисунок показывает связь между географическим положением, климатическими условиями и нормативной величиной коэффициента теплоотдачи (в качестве примера – наружные стены) в России и в Германии.

---

<sup>3</sup> Российские СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» определяют зависимость коэффициента теплопередачи от длительности отопительного периода, требуемой средней температуры в помещении и температуры окружающей среды во время отопительного периода.

Климатические данные для всех регионов России приведены в СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»; температура в помещении зависит от здания и составляет 20-22 °С для жилых зданий и 16-21 °С – для общественных. В приложении имеется сводная таблица сравнения российских и немецких стандартов энергоэффективности.



	Средняя температура наружного воздуха, °C	Средняя температура наружного воздуха в отопительный период, °C	Инсоляция, кВт·ч/м <sup>2</sup> ·год, горизонт.
Германия (Вюрцбург)	+ 9,2	+ 4,0	1098
Сочи, побережье	+ 14,1	+ 6,4	1298
Сочи, горы (Красная Поляна)	+ 10,1	+ 3,0	1310

Табл. 3. Климатические данные в сравнении<sup>5</sup>

Легко установить, что вследствие умеренного климата на побережье Сочи законодательные требования являются довольно мягкими. Если для сравнения рассмотреть среднюю температуру наружного воздуха в отопительный период в горном районе Сочи, то видно, что она на один градус ниже аналогичного значения для Германии. Однако требования по теплозащите наружных строительных конструкций по отношению к значению коэффициента теплоотдачи значительно уступают требованиям, предъявляемым в Германии: 0,50 Вт/м<sup>2</sup>·К в России и 0,28 Вт/м<sup>2</sup>·К в Германии.

<sup>4</sup> В отношении стандартов энергоэффективности в России в настоящее время действуют следующие нормативные документы, имеющие рекомендательный характер: СНиП 23-02-2003, СНиП 23-01-99, СП 23-101-2004. СНиП 23-02-2003 разделяет объекты на различные группы в зависимости от характера использования.

СНиП 23-02-2003 предъявляет одинаковые требования к жилым зданиям, независимо от стандарта жилья. Российские нормы не делают различия между гостиницами эконом- и бизнес-класса.

В качестве определяющего документа по теплозащите зданий в Германии было принято «Положение об энергосберегающей теплоизоляции и энергосберегающем оборудовании зданий» EnEV 2009.

Климатические данные Сочи: METEONORM (55)

<sup>5</sup> Источник метеорологических данных: METEONORM (55)

Непродолжительность отопительного периода на побережье показывает, что возможности экономии энергии следует рассматривать не только в ракурсе снижения потребности в тепле. В значительно большей степени необходимо детально исследовать прочее техническое оборудование зданий. Повышенная средняя температура наружного воздуха в течение всего года и сравнительно высокая инсоляция требуют наличия продуманной концепции климатизации и затенения здания. Вместе с тем, указанные климатические условия обладают высоким потенциалом использования возобновляемых источников энергии, таких как гелиотермия, фотовольтаика и тепло окружающей среды.

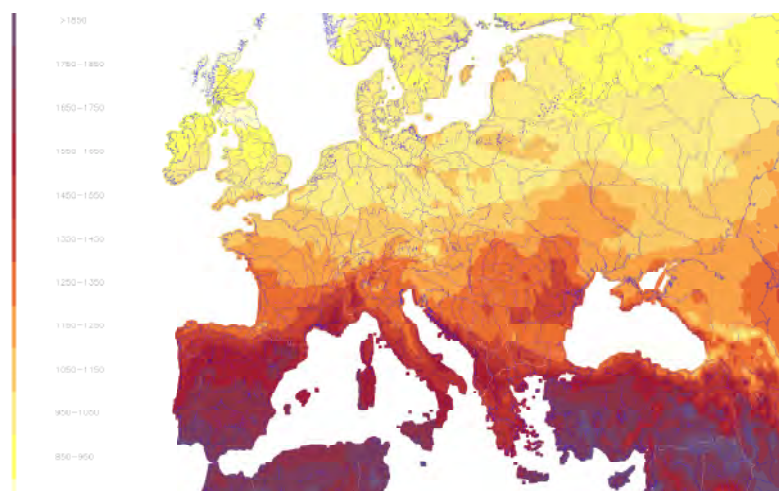


Рис. 6. Общая карта инсоляции для Европы ( $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ )<sup>6</sup>

В таблице ниже приведены значения для типовых зданий в соответствии с нормами и правилами. Несложно обнаружить, что требования к оболочке здания по существу определяются максимальной величиной коэффициента теплоотдачи, воздухопроницаемостью и теплопотреблением. Все техническое оборудование зданий, включая системы теплоснабжения, климатизации, вентиляции и освещения, не подлежит нормативной регламентации или каким-либо минимальным требованиям. На практике это приводит к тому, что отсутствует системный подход с использованием какой-то сбалансированной общей концепции.

<sup>6</sup> Источник: METEONORM (56)

Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014

	Коэффициент теплоотдачи, Вт/м <sup>2</sup> ·К				
	Офисное здание - побережье	Медиа-центр - побережье	Гостиница 3 звезды (эконом-класс) - побережье	Гостиница 4-5 звезд (бизнес-класс) - горы	Крытый каток или многофункциональный комплекс - побережье
Наружная стена, междуэтажное перекрытие, защищающее от наружного воздуха	0,63	0,63	0,63	0,50	0,63
Навесной фасад	-	-	-	-	-
Крыша, самое верхнее междуэтажное перекрытие, стены к примыкающим строениям	0,47	0,47	0,47	0,37	0,47
Стена, контактирующая с грунтом, фундамент, стены и потолочные перекрытия, контактирующие с неотапливаемыми помещениями	0,57	0,57	0,57	0,44	0,57
Окна, застекленные двери	3,78	3,78	3,78	2,98	3,78
Входные двери	-	-	-	-	-
Воздухонепроницаемость	а) Здания без вентиляционного оборудования: $n_{50} \leq 4$ б) Здания с вентиляционным оборудованием: $n_{50} \leq 2$				
Теплопотребление, кВт·ч/м <sup>2</sup> ·год <sup>7</sup>	43	53	43	84	40
Рекуперация тепла в вентиляционном оборудовании (в соответствии с региональными нормами и правилами не является обязательной, однако применяется во многих случаях – допущение 45%)	Обычный стандарт, Сочи				45%
Коэффициенты использования первичной энергии (основы расчета) <sup>8</sup>	Централизованное теплоснабжение (ископаемые энергоносители)				1,3
	Диверсифицированные источники электроэнергии				2,7

Табл. 4. Нормативные показатели согласно российским нормам и правилам (Сочи)<sup>9</sup>

<sup>7</sup> Расчет значений теплопотребления выполнялся на основе российских норм и российской методики расчета. Поэтому невозможно прямо сравнивать их с результатами энергетического баланса по DIN V 18599.

<sup>8</sup> В основу расчета были заложены коэффициенты использования первичной энергии, принятые в Германии. Определить достоверные данные по региональному централизованному теплоснабжению или по коэффициентам использования первичной энергии (электричество) в России не представлялось возможным.

<sup>9</sup> Для побережья Сочи и для горной части (Красная Поляна) согласно СНиП 23-02-2003

**Рекомендация:** вовлечение технического оборудования может быть выполнено, как и в других странах, заданием требуемого значения для конечной или первичной энергии. При этом было бы желательно, чтобы нормами и правилами предписывался комплексный анализ здания, что позволило бы принимать в расчёт аспекты энергоэффективности и защиты климата.

### **Стандарт энергоэффективности для сокращения потребности в энергии и сокращения выбросов**

Для сравнения и для выявления потенциала оптимизации были разработаны два стандарта энергоэффективности. Наряду с определением исходного состояния, производимого аналогичным образом, как и в российских строительных нормах и правилах, оба стандарта энергоэффективности были разработаны по образцу немецкого Положения об экономии энергии для нежилых зданий. Такой подход призван обеспечить принципиальную реализуемость обоих стандартов за счет доступных на российском рынке технологий; при этом первый стандарт выполним на основе технологий, уже нашедших широкое применение. Последнее относится к немецким реалиям, однако необходимые технологии могут быть получены на локальном российском рынке или по импорту.

Для разработанных стандартов энергоэффективности была рассчитана потребность в конечной и первичной энергии и сопоставлена с обычным стандартом. Для обеспечения применимости стандартов энергоэффективности было определено следующее:

- определение различных типов зданий на основании анализа эскизных проектов для Сочи
- к предусмотренным технологиям предъявляется требование их доступности на российском рынке и применимости в кратко- и среднесрочной перспективе
- предоставление двух стандартов энергоэффективности с различными компонентами и технологиями:
  - стандарт энергоэффективности I должен быть выполнен при использовании широко применяемых и хорошо зарекомендовавших себя на практике технологий (основа – немецкое Положение об экономии энергии EnEV 2007 (9))
  - стандарт энергоэффективности II комбинирует традиционные и инновационные технологии и предусматривает возможности дальнейшей оптимизации (основа – немецкое Положение об экономии энергии EnEV 2009 (10))



Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014

## Стандарт энергоэффективности I – реализуем на широком рынке

Приведенная ниже таблица содержит подробное перечисление требований стандарта энергоэффективности I. Он унифицирован для пяти типов зданий.

Коэффициент теплоотдачи $U$ , Вт/м <sup>2</sup> ·К	Наружная стена, междуэтажное перекрытие, защищающее от наружного воздуха		0,35
	Навесной фасад		1,9
	Крыша, самое верхнее междуэтажное перекрытие, стены к примыкающим строениям		0,35
	Стена, контактирующая с грунтом, фундамент, стены и потолочные перекрытия, контактирующие с неотапливаемыми помещениями		0,35
	Окна, застекленные двери		1,9
	Входные двери		-
Добавочный коэффициент на мостики холода	Наружная стена, междуэтажное перекрытие, защищающее от наружного воздуха; стена, контактирующая с грунтом, фундамент, стены и потолочные перекрытия, контактирующие с неотапливаемыми помещениями; крыша, самое верхнее междуэтажное перекрытие, стены к примыкающим строениям; окна, застекленные двери, входные двери		$\Delta U_{WB} = 0,10$ Вт/м <sup>2</sup> ·К
Воздухонепроницаемость	а) Здания без вентиляционного оборудования: $n_{50} = 2$ б) Здания с вентиляционным оборудованием: $n_{50} = 1$		
Защита от солнца	Общий коэффициент энергопропускания остекления $g_{\perp}$	Навесной фасад, окна, застекленные двери, потолочные окна	0,65
	Коэффициент светопропускания остекления	Навесной фасад, окна, застекленные двери, потолочные окна	0,78
	Общий коэффициент энергопропускания системы солнцезащиты	Расположенная снаружи солнцезащита	0,40
Система отопления и горячего водоснабжения	Вид теплоотдачи	Для высоты помещения $\leq 4$ м:	Для высоты помещения $> 4$ м:
		- стационарное отопление: свободные отопительные панели на наружной стене с остекленной частью, имеющей защиту от излучения, пропорциональный регулятор (2 К), без вспомогательной энергии	- стационарное отопление: потолочные излучательные панели, пропорциональный регулятор (2 К), без вспомогательной энергии
		- циркуляционное отопление (децентрализованный подогрев в вентиляционном оборудовании): регулируемой величиной является температура в помещении, низкое качество регулировки	

	Распределение тепла		Стационарное отопление: - для высоты помещения $\leq 4$ м: свободные отопительные панели на наружной стене с остекленной частью, имеющей защиту от излучения, пропорциональный регулятор, без вспомогательной энергии - для высоты помещения $> 4$ м: потолочные излучательные панели, пропорциональный регулятор, без вспомогательной энергии
	Теплогенератор		- локальное и централизованное теплоснабжение: ископаемые виды топлива, PE-коэффициент 1,30
Горячее водоснабжение	Централизованная система	Теплогенератор	Учтено теплогенератором теплоснабжения
		Аккумулятор тепла	Непосредственно нагреваемый аккумулятор тепла (вертикальный), монтаж в тепловой оболочке
		Распределение тепла	С циркуляцией, $\Delta p$ постоянное, характеристики насоса – по ситуации
	Децентрализованная система		Электрический проточный нагреватель, одна точка водоразбора на устройство
Вентиляция	Удельная мощность		Без функции дополнительного отопления и охлаждения: - вытяжной вентилятор: PSFP = 1,25 кВт/(м <sup>3</sup> /с) - приточный вентилятор: PSFP = 1,6 кВт/(м <sup>3</sup> /с) С регулируемым кондиционированием воздуха: - вытяжной вентилятор: PSFP = 1,25 кВт/(м <sup>3</sup> /с) - приточный вентилятор: PSFP = 2,0 кВт/(м <sup>3</sup> /с)
	Рекуперация тепла		- коэффициент эффективности рекуперации тепла: $\eta_t = 0,60$ - коэффициент отношения давлений: $f_p = 0,4$ - температура приточного воздуха: 18 °С
Охлаждение	Охлаждение помещения		- Система охлаждения: - вентиляторный доводчик с водяным охлаждением для установки на подоконной стенке - температура охлаждающей воды: 14 – 18 °С - Контур охлаждающей воды системы охлаждения помещения: - перепуск 10% - удельная электрическая мощность распределения: $P_d$ , уд. = 35 Вт <sub>эл</sub> /кВт холод
	Производство холода		- Холодильная установка: поршневой/винтовой компрессор с многоступенчатым переключением, R134a, воздушное охлаждение, температура холодной воды 6/12 °С - контур охлаждающей воды холодильника, в т.ч. охлаждение системы кондиционирования - перепуск 30% - удельная электрическая мощность распределения: $P_d$ , уд. = 25 Вт <sub>эл</sub> /кВт холод
Освещение	Вид освещения		Освещение прямым светом с использованием малопотребляющего пускорегулирующего аппарата и стержнеобразной люминесцентной лампы

Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014

	Управление освещением	Контроль присутствия: вручную (без датчика присутствия) Управление, зависящее от дневной освещенности: вручную
Коэффициенты использования первичной энергии	Централизованное теплоснабжение 70% ископаемые / 30% возобновляемые	0,94
	Диверсифицированные источники электроэнергии	2,7

Табл. 5. Требования стандарта энергоэффективности I, основы энергетического баланса<sup>10</sup>

## Стандарт энергоэффективности II – инновационные и пилотные проекты

Данный стандарт энергоэффективности – более жесткий, определяемый в зависимости от типа здания. Различные требования, предъявляемые к назначению здания, позволяют подойти к энергопотреблению более дифференцированно.

		Заданная температура помещения в случае отопления $\geq 19\text{ }^{\circ}\text{C}$	Заданная температура помещения в случае отопления от $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $< 19\text{ }^{\circ}\text{C}$	
Коэффициент теплоотдачи U, Вт/м <sup>2</sup> ·К	Наружная стена, междуэтажное перекрытие, защищающее от наружного воздуха	0,2 (например, 22 см железобетона, 16 см теплоизоляции 035, штукатурка)		
	Навесной фасад	1,0 (тройное остекление, горный район Сочи, 960 м над уровнем моря)		
		1,3 (двойное остекление, побережье Сочи)		
	Крыша, самое верхнее междуэтажное перекрытие, стены к примыкающим строениям	0,15 (например, 30 см железобетона, 24 см теплоизоляции 035, уплотнение)		
	Стена, контактирующая с грунтом, фундамент, стены и потолочные перекрытия, контактирующие с неотапливаемыми помещениями	0,25 (например, 30 см железобетона, 14 см теплоизоляции 035, уплотнение)		
	Окна, застекленные двери	1,0 (тройное остекление, горный район Сочи, 960 м над уровнем моря)		
		1,3 (двойное остекление, побережье Сочи)		
Входные двери		1,8		
Добавочный коэффициент на мостики холода	Наружная стена, междуэтажное перекрытие, защищающее от наружного воздуха; стена, контактирующая с грунтом, фундамент, стены и потолочные перекрытия, контактирующие с неотапливаемыми помещениями; крыша, самое верхнее междуэтажное перекрытие, стены к примыкающим строениям; окна, застекленные двери, входные двери	$\Delta U_{WB} = 0,05\text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$		
Воздухонепроницаемость	а) Здания без вентиляционного оборудования: $n_{50} = 2$ б) Здания с вентиляционным оборудованием: $n_{50} = 1$			
Защита от солнца	Общий коэффициент энергопропускания остекления $g_{\perp}$	Навесной фасад	0,48	0,60

<sup>10</sup> Подробная информация приведена в приложении к аналитическому отчету.

		Окна, застекленные двери, потолочные окна	0,60	0,60
	Коэффициент светопропускания остекления	Навесной фасад	0,72	0,78
		Окна, застекленные двери, потолочные окна	0,78	0,78
	Общий коэффициент энергопропускания системы солнцезащиты	Расположенная снаружи защита от солнца	0,4	
Система отопления и горячего водоснабжения	Вид теплоотдачи	Для высоты помещения $\leq 4$ м:	Для высоты помещения $> 4$ м:	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- термоактивные строительные элементы в офисе</li> <li>- стационарное отопление: свободные отопительные панели на наружной стене</li> <li>- остекленные части, имеющие защиту от излучения, пропорциональный регулятор (1 К), без вспомогательной энергии</li> <li>- циркуляционное отопление (децентрализованный подогрев в вентиляционном оборудовании): регулируемой величиной является температура в помещении, высокое качество регулировки</li> </ul>	Термоактивные строительные элементы	
	Распределение тепла	<ul style="list-style-type: none"> <li>- термоактивные строительные элементы (распределение в потолках)</li> <li>- стационарное и циркуляционное отопление (децентрализованный подогрев в вентиляционном оборудовании): двухтрубная сеть, температура в системе 55/45 °С</li> <li>- центральное вентиляционное устройство: двухтрубная сеть, температура в системе 70/55 °С</li> </ul>	Воздушное отопление с обычным коэффициентом эжекции, выход воздуха сбоку, пропорциональный регулятор (1 К)	
	Теплогенератор	<ul style="list-style-type: none"> <li>- локальное и централизованное теплоснабжение: ископаемые виды топлива, PE-коэффициент 1,30</li> <li>- солнечная установка согласно DIN V 18599-8: 2007-02</li> </ul>		
Горячее водоснабжение	Централизованная система	Теплогенератор	Солнечная установка с покрытием остающейся потребности от теплогенератора отопления	
		Аккумуляция тепла	Непосредственно нагреваемый аккумулятор тепла (вертикальный), монтаж в тепловой оболочке	
		Распределение тепла	С циркуляцией, $\Delta p$ постоянное, характеристики насоса – по ситуации	
Децентрализованная система	Электрический проточный нагреватель, одна точка водоразбора и 6 м водопровода на устройство			
Вентиляция	Мощность	Без функции дополнительного отопления и охлаждения: <ul style="list-style-type: none"> <li>- вытяжной вентилятор: PSFP = 1,0 кВт/(м<sup>3</sup>/с)</li> <li>- приточный вентилятор: PSFP = 1,5 кВт/(м<sup>3</sup>/с)</li> </ul> С регулируемым кондиционированием воздуха: <ul style="list-style-type: none"> <li>- вытяжной вентилятор: PSFP = 1,0 кВт/(м<sup>3</sup>/с)</li> <li>- приточный вентилятор: PSFP = 1,5 кВт/(м<sup>3</sup>/с)</li> </ul> Оконная вентиляция в переходные периоды		
	Рекуперация тепла	<ul style="list-style-type: none"> <li>- коэффициент эффективности рекуперации тепла: <math>\eta_t = 0,75</math> (макс. согласно DIN V 18599)</li> <li>Коэффициент отношения давлений: <math>f_p = 0,4</math></li> <li>- температура приточного воздуха: 18 °С</li> </ul>		

Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014

Охлаждение	Охлаждение помещения	<ul style="list-style-type: none"> <li>- термоактивные строительные элементы в офисе:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– температура охлаждающей воды: 18/21 °С</li> </ul> </li> <li>- приточная припольная вентиляция (многофункциональный комплекс)               <ul style="list-style-type: none"> <li>– на 30% меньше количество воздуха, на 30% меньше охлаждение</li> </ul> </li> <li>- геотермия для охлаждения (медиа-центр)</li> <li>- система охлаждения:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– вентиляторный доводчик с водяным охлаждением для установки на подоконной стенке</li> <li>– температура охлаждающей воды: 14 – 18 °С</li> </ul> </li> <li>- контур охлаждающей воды системы охлаждения помещения:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– перепуск 10%</li> <li>– удельная электрическая мощность распределения: Pd, уд. = 30 Вт<sub>эл</sub>/кВт холод</li> </ul> </li> </ul>
	Производство холода	<ul style="list-style-type: none"> <li>- приповерхностная геотермия (земляные зонды, буронабивные сваи)</li> <li>- холодильная установка: поршневой/винтовой компрессор с многоступенчатым переключением, R134a, воздушное охлаждение</li> <li>- температура охлаждающей воды:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– при основной площади более 5 тыс. кв.м нетто, кондиционируемой при помощи системы охлаждения помещений, для данной доли кондиционирования: 14 – 18 °С</li> <li>– прочее: 6 – 12 °С</li> </ul> </li> <li>- контур охлаждающей воды холодильника, в т.ч. охлаждение системы кондиционирования               <ul style="list-style-type: none"> <li>– перепуск 30%</li> <li>– удельная электрическая мощность распределения: Pd, уд. = 20 Вт<sub>эл</sub>/кВт холод</li> </ul> </li> </ul>
Освещение	Вид освещения	Прямое с электронным пускорегулирующим аппаратом и стержнеобразной люминесцентной лампой
	Управление освещением	Контроль присутствия: автоматически (с датчиком присутствия) Управление, зависящее от дневной освещенности: автоматически
Коэффициенты использования первичной энергии, новые	Централизованное теплоснабжение 70% возобновляемые / 30% ископаемые	0,46
	Диверсифицированные источники электроэнергии	2,7

Табл. 6. Требования стандарта энергоэффективности II, основы энергетического баланса

### 3.4 Типовые здания и примеры передового опыта строительства энергоэффективных зданий

Отдельные типы зданий были проанализированы на предмет их потребности в первичной и конечной энергии. В энергетический баланс здания<sup>11</sup> входит потребность в энергии для отопления, горячего водоснабжения, климатизации, вентиляции и освещения. Для снижения энергопотребления на отопление решающее значение имеет усовершенствование оболочки здания в комбинации с эффективным техническим оборудованием, обеспечивающим незначительные потери на передачу и преобразование энергии. Поскольку теплоснабжение в России является, в основном, централизованным, то именно это было заложено в основу всех вариантов. При этом для обычного стандарта в качестве энергоносителя приняты ископаемые виды топлива. Доля возобновляемой энергии 30% в стандарте энергоэффективности I и 70% – в стандарте энергоэффективности II ведет к существенному снижению потребности в первичной энергии для обеспечения тепла.

Анализ спецификации материалов для возводимых объектов показал, что в настоящее время не производится отбор строительных материалов с коэффициентом теплоотдачи, существенно превосходящим нормативные значения. В энергетическом улучшении оболочки зданий лежит большой и – в силу срока службы строительных элементов – долгосрочный и экономически целесообразный потенциал сбережения.

В качестве следующей меры можно порекомендовать использование солнечных тепловых установок, обеспечивающих долговременное снижение энергопотребления в зданиях с высоким расходом горячей воды (например, в гостиницах). Использование геотермии и тепла окружающей среды в климатических и геологических условиях Сочи может также внести свой вклад в покрытие потребности в тепле для отопления и горячего водоснабжения. Имеющиеся архитектурно-технические решения позволяют оптимально интегрировать фотоэлектрические установки в крыши и фасады новых построек, и они внесут свой вклад в выработку возобновляемой энергии. Совместное использование этих технологий рассмотрено в главе «Возобновляемые источники энергии».

В рамках энергетического баланса здания можно отметить, что заметное снижение потребности в тепловой энергии может быть достигнуто уже со стандартом энергоэффективности I. Учитывая региональные климатические условия на уровне моря города Сочи, уже после первого улучшения оболочки здания потребность в тепле для отопления не будет определяющей в общем энергопотреблении зданий. Поэтому дальнейшие варианты снижения теплопотребления, превышающие требования стандарта энергоэффективности II, такие как, например, стандарт пассивного дома, не рассматривались.

Значительная часть общего энергопотребления – в зависимости от типа здания – расходуется на климатизацию, вентиляцию и освещение. Она может быть уменьшена за счет энергоэффективного оборудования и тщательно проработанных концепций проектов. В примерах расчетов принципиально рассматривались только вентиляционные установки с рекуперацией тепла. Регенерация и аккумулирование энергии являются важными факторами ее эффективного использования и распределения. Интеллектуальные системы управления и регулирования имеют решающее значение не только для оптимальной организации олимпийских мероприятий, но и одновременно обеспечивают снижение потерь энергии.

---

<sup>11</sup> Метод месячного баланса с подобранными климатическими и граничными параметрами на базе DIN V 18599 и сопровождающих стандартов; использовано программное обеспечение Solar-Computer, версия 5.01.03, модуль B54

Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014

Ниже представлено пять типов зданий, отобранных из конкретных проектов, выполненных для зимних Олимпийских игр-2014, с результатами их энергетического баланса и, соответственно, по одному аналогичному зданию в качестве примера лучшей практики. Эти примеры показывают, что хорошо продуманная и тщательно спланированная энергетическая концепция имеет решающее значение для длительной экономической эксплуатации здания.

Исходное состояние и стандарт энергоэффективности I для всех представленных типов зданий были рассчитаны на основе оборудования, технологий и граничных условий, указанных в предыдущих главах. Для стандарта энергоэффективности II дополнительно к общим компонентам были выбраны другое оборудование и технологии в зависимости от конкретного использования здания. Они описываются в разделе, касающемся соответствующего типа здания.

## Медиа-центр

В качестве типового здания медиа-центра из существующих проектов для Сочи был выбран одноэтажный корпус с высокой степенью остекления.

Медиа-центр – проект административного центра Олимпийских игр, выполненный ФГУП «РосНИПИ Урбанистики», С.-Петербург



Климатическая зона: Краснодарский край, Сочи, уровень моря

Количество этажей над землей

1

Количество этажей под землей

0

Типичная ширина, м

15

Типичная длина, м

37

Общая основная площадь, брутто, кв.м

568

Общий объем, брутто, куб.м

2 480

Рис. 7. Пример здания медиа-центра

Энергия, требуемая для медиа-центра, расходуется в основном на отопление, освещение, климатизацию и вентиляцию. Потребность в горячей воде обычно незначительна, и в расчетах ей можно пренебречь. Благодаря концепции освещения, предусматривающей автоматическое управление с датчиками присутствия и дневной освещенности, энергопотребление на освещение может быть снижено прилб. на 40%. В качестве следующей меры по оптимизации медиа-центра можно порекомендовать установку систем поверхностного отопления и охлаждения. Расчеты показывают, что при сокращении теплотребления определяющей становится потребность в первичной энергии электропотребителей, которая может быть существенно снижена путем

улучшения коэффициента использования первичной энергии за счет увеличения доли электроэнергии из возобновляемых источников. В примере расчета показано, что для стандарта энергоэффективности II снижение потребности в конечной энергии может составить 64%, а в первичной – 61%.

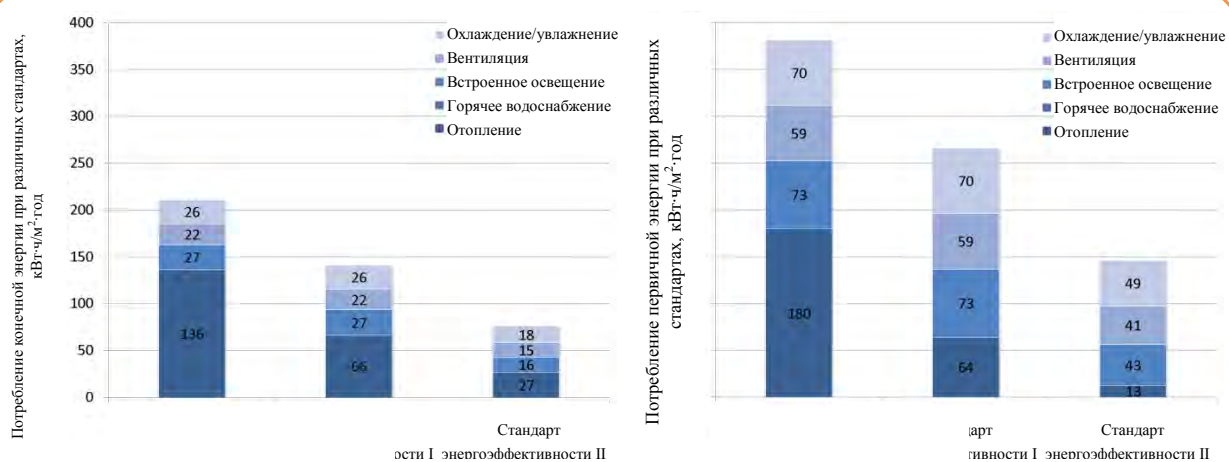


Рис. 8. Потребность в конечной и первичной энергии, кВт·ч/м²·год, медиа-центр



### Примеры лучшей мировой практики – конгрессно-выставочный центр MIECC в Мельбурне<sup>12</sup>

Конгрессно-выставочный центр MIECC в Мельбурне стал первым такого рода выставочным комплексом, получившим рейтинг «6 звезд» по австралийской системе Green Star. Для этого потребовалось запланировать и реализовать множество энергетических и экологических мер. Максимальное использование естественного света в совокупности с контролем присутствия обеспечивает хорошую освещенность при низком энергопотреблении. Для этого были реализованы большие фасады с селективными стеклами, которые пропускают внутрь рассеянный солнечный свет и обладают низкой теплопроводностью. Смонтированные солнечные установки полностью покрывают потребность в горячей воде и на 40% – в отоплении. Встроенные потолочные системы отопления и охлаждения предназначены в первую очередь для снижения потребности в энергии на охлаждение. Использование в системе вытеснительной вентиляции естественных воздушных потоков с океана снижает потребление энергии вентиляционной установкой. При проектировании и строительстве здания наряду с использованием переработанных из вторичного сырья материалов и материалов с малым содержанием ПВХ основное внимание уделялось также применению компонентов с низким содержанием вредных веществ. Использование дождевой воды также являлось частью этой перспективной концепции.

<sup>12</sup> Официальный веб-сайт: <http://www.mcec.com.au>



## Офисное здание

В качестве типового офисного здания из существующих проектов был выбран двухэтажный корпус и разделен на обычные зоны использования.

### Проект центра представительств, выполненный ФГУП «РосНИПИ Урбанистики», С.-Петербург

			
Климатическая зона: Краснодарский край, Сочи, уровень моря			
Количество этажей над землей		2	
Количество этажей под землей		0	
Типичная ширина, м		18	
Типичная длина, м		66	
Общая основная площадь, брутто, кв.м		2 166	
Общий объем, брутто, куб.м		7 147	

Рис. 9. Пример офисного здания

В офисных зданиях основной расход энергии приходится на отопление и освещение. Энергопотребление систем вентиляции и охлаждения зависит от технического оборудования и также может быть весьма значительным. По стандарту энергоэффективности II термоактивные строительные элементы, частичное покрытие потребности в охлаждении из возобновляемых источников энергии за счет приповерхностной геотермии и ночного охлаждения, а также 50-процентной оконной вентиляции в переходные периоды (весна/осень) вместе с автоматическим управлением вентиляцией ведут к сокращению потребности в конечной энергии на 64%, а в первичной – на 69%. В данный расчет не включено, но в дальнейшем концепция может быть дополнена использованием тройного остекления со значением коэффициента теплоотдачи  $\leq 1,0 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$  и полным покрытием потребности в горячей воде за счет гелиотермии.

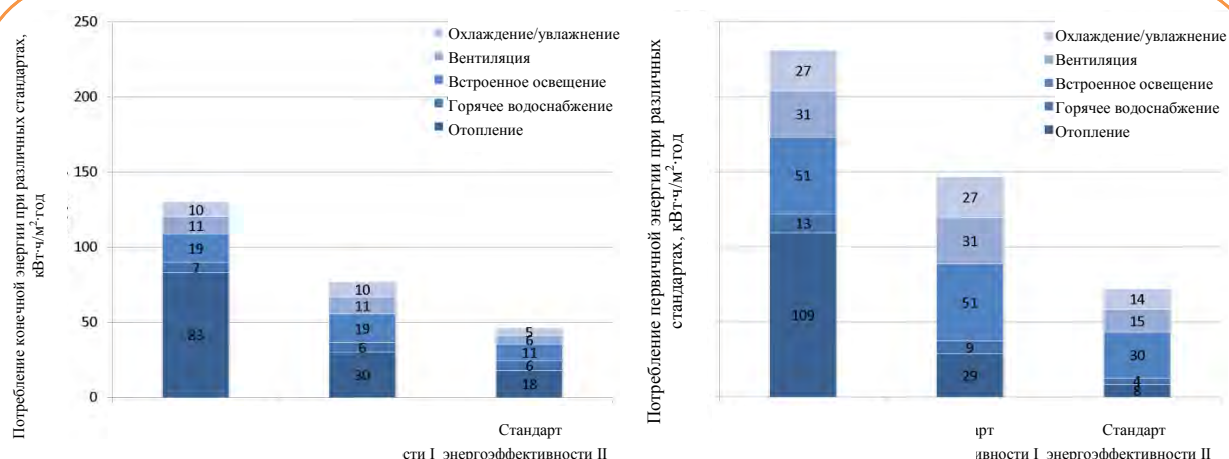


Рис. 10. Потребность в конечной и первичной энергии, кВт·ч/м<sup>2</sup>·год, офисное здание

### Примеры лучшей мировой практики – умный дом (SmartHouse)<sup>13</sup>



Умный дом в Мюнхене, в котором были реализованы системы комплексной автоматизации, спроектирован как офисное здание с дополнительными площадями для магазинов, производственной столовой и детского сада. Наряду с высококачественной теплоизоляцией здания здесь использовались различные инновационные технологии, благодаря которым удалось снизить потребность в первичной энергии на 53% по сравнению с действующим нормативом. Для охлаждения здания и базового отопления применены термоактивные строительные элементы с тепловым насосом грунтовых вод. Потребность в энергии для дополнительного подогрева в вентиляционной системе снижена за счет использования земляного канала для предварительного нагрева или охлаждения наружного воздуха. Освещение, управляемое датчиками присутствия и дневной освещенности адаптирует поток искусственного света к потребности. В комбинации с концепцией использования дневного света и системами затенения это снижает потребление энергии на освещение на 17%.

<sup>13</sup> Официальный веб-сайт: <http://www.smarthouse.info/>

## Крытый каток и многофункциональный комплекс

В качестве крытого катка, переоборудуемого в многофункциональный комплекс, был выбран проект пятиэтажного здания, разделенного на зоны и площади, отвечающие обоим типам использования. Такая комбинация дает возможность длительной эксплуатации здания в постигровой период.

Крытый каток – проект «Дворца фигурного катания», ООО «СевкавНИПИАгропром», Ростов-на-Дону

		
Климатическая зона: Краснодарский край, Сочи, уровень моря		
Количество этажей над землей	5	
Количество этажей под землей	0	
Типичная ширина, м	130	
Типичная длина, м	158	
Общая основная площадь, брутто, кв.м	50 361	
Общий объем, брутто, куб.м	196 408	

Рис. 11. Пример здания крытого катка и многофункционального комплекса

В то время, как эксплуатация крытого катка связана со специфическим энергопотреблением на охлаждение, потребность многофункционального комплекса в энергии такая же, как и у других сооружений для проведения мероприятий. Комплексный анализ выявляет, что потребность здания в энергии для охлаждения, горячего водоснабжения, вентиляции и освещения в исходном варианте может составлять до 44%. Налицо большой потенциал снижения потребления энергии. Стандарт энергоэффективности II позволяет добиться высокого энергосбережения в т.ч. благодаря приточной припольной вентиляции, потребляющей на 30% меньше воздуха и на 30% меньше энергии на охлаждение. При реализации всего комплекса мер может быть достигнуто снижение потребности в конечной энергии на 64%, а в первичной – на 52%. Инновационные технологии, такие как использование абсорбционных холодильных машин, утилизация отходящего тепла для горячего водоснабжения, фотоэлектрические установки на крышах и фасадах, снижение объемного расхода воздуха при двухслойной вентиляции, можно рассматривать как меры по реализации дополнительного потенциала экономии.

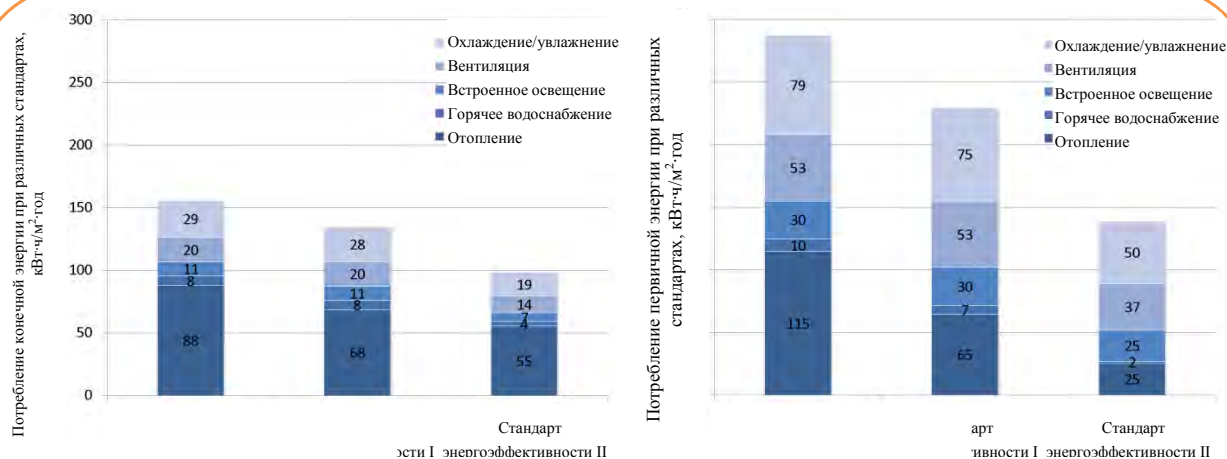


Рис. 12. Потребление конечной и первичной энергии, кВт·ч/м<sup>2</sup>·год, крытый каток и многофункциональный комплекс



#### Примеры лучшей мировой практики – Ryparken Ice Rink<sup>14</sup>

Спроектированный новый крытый каток в Копенгагене предназначен для хоккея, фигурного катания и бега на коньках и рассчитан на 2 000 мест; в него интегрированы вспомогательные здания с раздевалками, клубными помещениями, офисами и кафе. Энергетическая концепция крытого катка в копенгагенском районе Рюпаркен основана на всемерной регенерации затраченной энергии. Например, рекуперация тепла происходит за счет использования отходящего тепла от холодильных машин для других процессов, нуждающихся в подводе тепла. Для этого была разработана стратегия, по которой высокотемпературные потоки отходящего тепла целенаправленно используются для частичного покрытия потребности в горячей воде. Низкотемпературные потоки отходящего тепла поступают на отопление пола в сервисных зонах и на предварительный подогрев в системе вентиляции. Остаточная потребность в тепле покрывается централизованным теплоснабжением от теплоэлектроцентрали с 20% долей использования возобновляемых источников энергии.

<sup>14</sup> Дальнейшая информация: <http://www.plh.dk>; <http://www.esbensen.dk/Skating-rink>

## Гостиница

### Типовое здание гостиницы эконом-класса (3 звезды)

За основу для расчета типового здания гостиницы был принят четырехэтажный корпус с помещениями общего пользования на цокольном этаже и с гостиничными номерами на верхних этажах.

Гостиница эконом-класса (3 звезды) – эскизный проект магистра архитектуры Ханны Бахминска-Глаттер, компания Drees & Sommer Advanced Building Technologies GmbH, Штутгарт/Москва

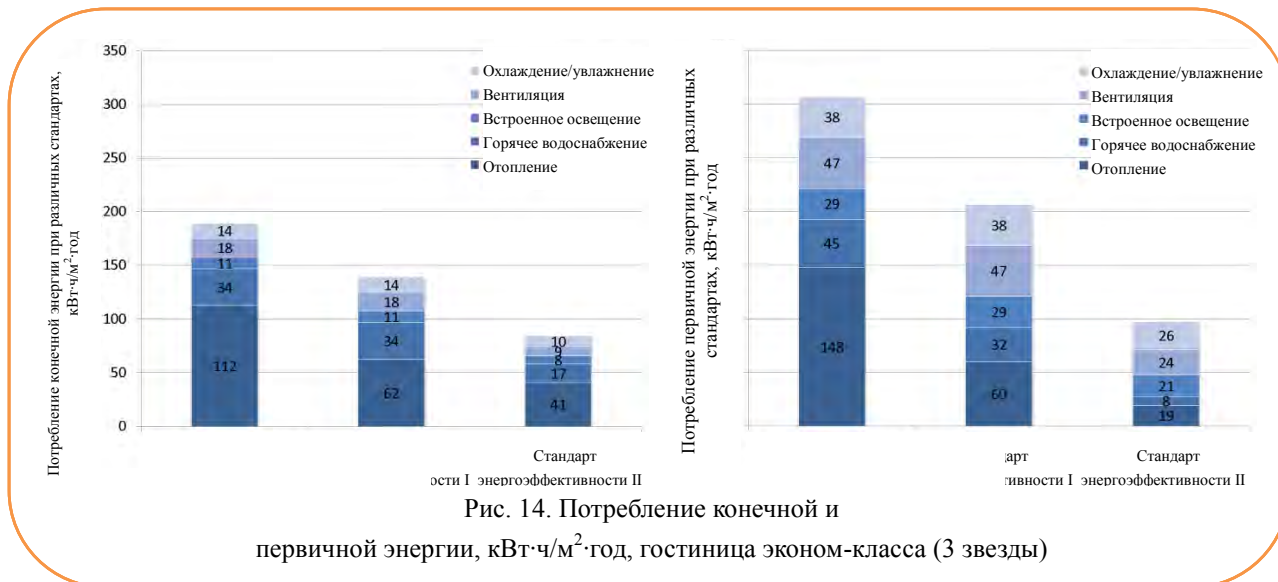


Климатическая зона: Краснодарский край, Сочи, уровень моря	
Количество этажей над землей	4
Количество этажей под землей	0
Типичная ширина, м	15
Типичная длина, м	205
Общая основная площадь, брутто, кв.м	14 800
Общий объем, брутто, куб.м	56 980

Рис. 13. Пример здания гостиницы эконом-класса (3 звезды)

Типичная гостиница отличается высоким потреблением тепла для отопления и горячего водоснабжения. Поэтому особое внимание здесь следует обратить на энергоэффективность теплогенераторов и на оболочку здания. Доля энергии на климатизацию и вентиляцию зависит от требуемого комфорта и технического оборудования здания; она возрастает с ростом класса гостиницы. В рамках стандарта энергоэффективности II автоматическое управление светом, использующее датчики присутствия и дневной освещенности, а также адаптированная под конкретные требования концепция вентиляции наряду с частичным покрытием потребности в горячей воде за счет гелиотермии обеспечивают экономичную эксплуатацию. В примере расчета показана возможность снижения потребности в конечной энергии на 55%, а первичной – на 68%.

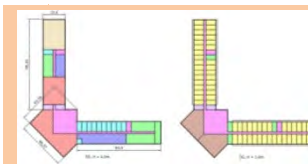
Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014



### Типовое здание гостиницы бизнес-класса (5 звезд)

В отличие от других типов зданий гостиница бизнес-класса (5 звезд) была проанализирована для климатических условий горного района. Таким образом, она представляет собой типичный пример использования здания при низких температурах.

Гостиница бизнес-класса (4-5 звезд) – эскизный проект магистра архитектуры Ханны Бахминска-Глаттер, компания Drees & Sommer Advanced Building Technologies GmbH, Штутгарт/Москва



Климатическая зона: Краснодарский край, Сочи, горы

Количество этажей над землей

4

Количество этажей под землей

1

Типичная ширина, м

25

Типичная длина, м

222

Общая основная площадь, брутто, кв.м

21 897

Общий объем, брутто, куб.м

86 288

Рис. 15. Пример здания гостиницы бизнес-класса (5 звезд)

Пример расчета наглядно показывает, насколько важными являются расположение объекта и климатические условия для определения правильных мер по повышению энергоэффективности. Даже соответствующее стандарту энергоэффективности II теплотребление в горном районе все еще вдвое выше аналогичных показателей представленной до этого гостиницы эконом-класса. Налицо большой потенциал экономии энергии за счет дополнительного улучшения оболочки здания. Дальнейшее повышение энергоэффективности возможно при реализации описанных выше для отеля эконом-класса мер в отношении отопления, горячего водоснабжения, климатизации, вентиляции и освещения. Стандарт энергоэффективности II позволяет реализовать потенциал сбережения 51% конечной энергии и 69% первичной энергии.

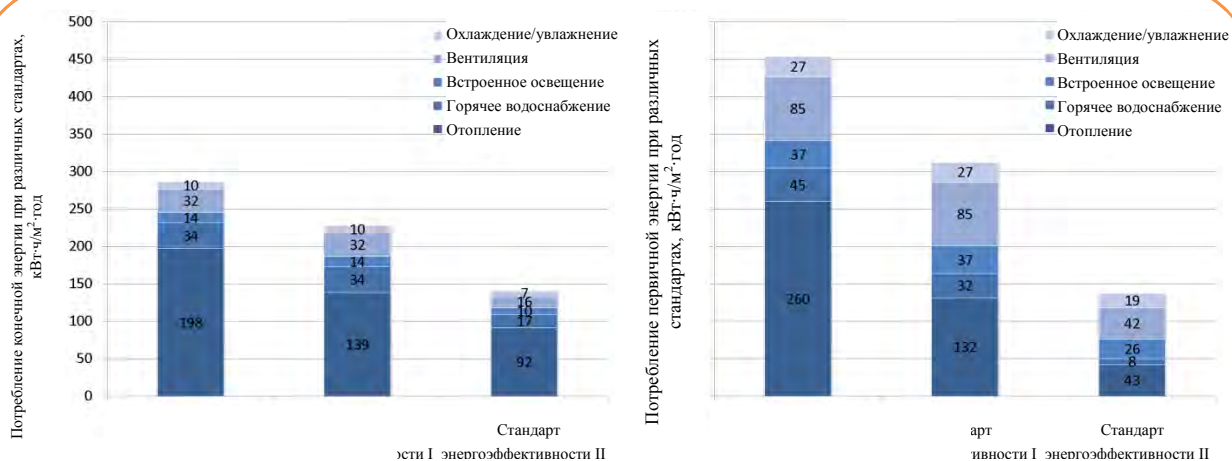


Рис. 16. Потребление конечной и первичной энергии, кВт·ч/м<sup>2</sup>·год, гостиница бизнес-класса (5 звезд)

### Примеры лучшей мировой практики – отель Proximity, Гринсборо, штат Северная Каролина<sup>15</sup>



Отель Proximity в штате Северная Каролина сочетает в себе эксклюзивную атмосферу гостиницы бизнес-класса (4 звезды) с энергоэффективной эксплуатацией. Уже на стадии проектирования и строительства было обеспечено снижение потребности в тепле и охлаждении благодаря использованию хорошей теплоизоляции и теплосберегающих окон. Со своими 147 номерами и 5 000 кв.м конференц-залов, ресторанами и подсобными помещений эта гостиница потребляет на 39% меньше энергии и на 33,5% меньше воды, чем аналогичная гостиница, построенная по действующим нормам. Горячее водоснабжение душевых и кухни обеспечивают 100 солнечных панелей. Большие окна в сочетании с искусственным освещением, управляемым датчиками дневной освещенности, датчиками присутствия и таймерами, обеспечивают дополнительное энергосбережение. В вентиляции и климатизации используется рекуперация тепла, гарантирующая высокое качество воздуха. Естественное охлаждение грунтовыми водами частично покрывает потребность ресторана в охлаждении. Дополнительные инвестиции в энергоэффективность и в защиту окружающей среды повлекли за собой снижение эксплуатационных расходов и окупятся за четыре года. Потребление электроэнергии на 35% покрывается за счет возобновляемых источников.

### 3.5 Оценка теплотребления

В основу анализа потенциала сбережения теплотребления была положена сгруппированная информация об объемах строительства, полученная из генплана Олимпийского парка (11, 4, 1).

Объемы строительства были дополнены информацией о средней этажности и площади и обработаны с использованием соответствующих значений теплотребления согласно обычному стандарту и стандарту энергоэффективности II. Обобщенная информация приведена в следующей таблице:

<sup>15</sup> Официальный веб-сайт: <http://www.proximityhotel.com/>



Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014

						Обычный стандарт, Сочи		Стандарт энергоэффективности II	
		Площадь олимпийской застройки (га)	Число этажей	Площадь этажей, брутто (м <sup>2</sup> )	Площадь этажей, нетто (м <sup>2</sup> )	Потребность в энергии на отопление (кВт·ч/м <sup>2</sup> ·год)	Потребность в энергии на отопление (кВт·ч/год)	Потребность в энергии на отопление (кВт·ч/м <sup>2</sup> ·год)	Потребность в энергии на отопление (кВт·ч/год)
1	Общая площадь олимпийского парка	285							
1.1	Общая площадь зданий	59,2							
	Арены	23,1	1	231 000	184 800	90	16 632 000	60	11 088 000
	Гостиницы (побережье/горы)	13,9	4	556 000	444 800	170	75 616 000	85	37 808 000
	Гостиницы (побережье)	6,88	4	275 200	220 160	110	24 217 600	40	8 806 400
	Университет	20,5	4	820 000	656 000	80	52 480 000	20	13 120 000
	Социальные учреждения	3,3	2	66 000	52 800	135	7 128 000	25	1 320 000
	Общественные здания	5,3	1	53 000	42 400	80	3 392 000	20	848 000
							179 465 600		72 990 400
							Потенциал экономии: прибл. 60%		

Табл. 7. Оценка теплотребления согласно обычному стандарту и стандарту энергоэффективности<sup>16</sup>

В связи с постоянным развитием генплана и ограниченностью массива данных произведенный выше расчет общего энергетического баланса застройки представляет собой грубую оценку текущего состояния. Точный энергетический баланс и расчет теплоснабжения должны быть выполнены на основе будущих детальных проектов.

Расчеты выявляют потенциал энергосбережения по теплоснабжению в размере около 60%; из них вытекают предложения и расчеты по теплогенерации в ВИЭ-энергопарке Сочи. Поэтому оценка энергосбережения и сокращения выбросов CO<sub>2</sub> происходит в рамках комплексного анализа в главе 5 «Возобновляемые источники энергии».

<sup>16</sup> Площади были взяты из генплана и пересчитаны при помощи значений средней этажности и коэффициента приведения в нетто-площади этажей. Округленные значения потребности в теплоснабжении отвечают значениям из баланса соответствующих типов зданий для обычного стандарта и для стандарта энергоэффективности II.

## Выводы и рекомендации в отношении энергоэффективных зданий в Сочи

Для достижения цели проведения в Сочи CO<sub>2</sub>-нейтральных Олимпийских игр необходимо не только разработать стратегию, но и принять ряд мер по внедрению в строительство инновационных технологий, начиная со стадии разработки проектной документации и вплоть до контроля исполнения.

Введение стандарта энергоэффективности II обеспечивает существенное и долгосрочное снижение энергопотребления. Вопросы производства энергии и сокращения выбросов рассматриваются ниже с позиции стандарта энергоэффективности II как реализуемого и инновационного стандарта. Если использовать обычный стандарт или даже стандарт энергоэффективности I, то цель по проведению CO<sub>2</sub>-нейтральных Олимпийских игр может быть достигнута только за счет дальнейших инвестиций в возобновляемые источники энергии и эмиссионные сертификаты CO<sub>2</sub>, что выходит за рамки настоящего аналитического отчета.

Представленное будущее развитие городского округа Сочи является важным фактором для рекомендации на реализацию стандарта энергоэффективности II. Инновационные проекты послужат наглядным примером в регионе и выявят преимущества высокоэффективных стандартов. Долгосрочная перспектива является основой устойчивого развития города, особенно в области градостроительства.

В следующей таблице приведены расчетные значения потребности в конечной и в первичной энергии для обычного стандарта и для стандарта энергоэффективности II и показана экономия первичной энергии:

	Обычный стандарт, Сочи <sup>17</sup> (исходное состояние)		Стандарт энергоэффективности II (рекомендация dena)		Экономия первичной энергии [%]
	Потребность в конечной энергии кВт·ч/м <sup>2</sup> ·год	Потребность в первичной энергии кВт·ч/м <sup>2</sup> ·год	Потребность в конечной энергии кВт·ч/м <sup>2</sup> ·год	Потребность в первичной энергии кВт·ч/м <sup>2</sup> ·год	
Медиа-центр	210	380	80	150	-61%
Офисное здание	130	230	50	70	-70%
Крытый каток / многофункциональ- ный комплекс	160	290	90	140	-52%
Гостиница эконом- класса (1-3 звезды)	190	310	80	100	-68%
Гостиница бизнес- класса (4-5 звезд), горы	290	450	140	140	-69%

Табл. 8. Сравнение обычного стандарта и стандарта энергоэффективности II

Как показывает энергетический баланс, в случае применения стандарта энергоэффективности II теплотребление может быть снижено прилн. на 60%, а потребность в первичной энергии – даже на 70%.

Наибольшим потенциалом обладает улучшение теплоизоляции зданий и применение высокоэффективных технологий, например, солнечных и рекуперативных установок, тепловых насосов для отопления и климатизации зданий, а также использование современного технического оборудования с низким энергопотреблением. В настоящем аналитическом отчете подробно рассмотрены и описаны заложенные в стандарты энергоэффективности конкретные меры, технологии и их принцип действия.

<sup>17</sup> СНиП 23-02-2003; СНиП 31-01-2003; СНиП 31-02-2001; СНиП 23-01-99; СП 23-101-2004

С тем, чтобы достичь цели защиты климата уже на уровне первичной энергии, а не только путем экономии полезной и конечной энергии, для всех видов производства энергии важно использовать возобновляемые источники. Это становится особенно наглядным в расчетах энергопотребления всем электрооборудованием зданий. Поскольку здесь в расчетах был использован единый коэффициент использования первичной энергии, то снижение потребности в первичной энергии в пилотных стандартах достигается, в основном, за счет применения более энергоэффективного оборудования. Заметное снижение потребности в первичной энергии возможно при расширении использования ВИЭ предприятиями топливно-энергетического комплекса. Эти подходы будут рассмотрены в главе «Возобновляемые источники энергии». Расчетную потребность в первичной энергии можно рассматривать как первый оценочный параметр воздействия на климат.

**Рекомендация:** использование эффективных и энергосберегающих технологий на стороне потребления является первым шагом по снижению общего энергопотребления зимней Олимпиады-2014. Для этого предлагается множество технологий, объединенных в стандарты энергоэффективности.

Подготовка генплана в значительной степени завершена; заключаются договора на рабочее проектирование и строительство. В ближайшее время потребуется конкретизировать требования, чтобы они приобрели обязательный характер для инвесторов и проектировщиков и вместе с тем определяли пути достижения нормативов. Помимо этого, стоит довести до внимания общественности преимущества энергоэффективных зданий в свете устойчивого развития.

В качестве конкретных мер поддержки при введении стандартов можно рассматривать следующие шаги:

- определение конкретных требований с заданием предельно допустимых значений потребности в конечной и первичной энергии на базе стандарта энергоэффективности II
- распространение информации и технологический трансфер по инновативным строительным стандартам, а также обмен специалистами и создание сети сотрудничества между ними
- работа с общественностью и СМИ

Мы рекомендуем принять рассчитанный на долгосрочную перспективу стандарт энергоэффективности зданий, который определит требования к потреблению конечной или первичной энергии, т.е. поставит конкретные задачи, и вместе с тем предоставит достаточно свободы для разработки индивидуальных концепций зданий. Данный стандарт вместе с производством энергии из возобновляемых источников может внести свой вклад в достижение целей защиты климата и сокращения вредных выбросов.

## 4 Энергоэффективные транспортные системы

Мероприятия такого формата, как Олимпийские игры, являются своего рода гигантскими испытательными площадками, на которых сталкиваются подверженная изменениям транспортная политика и растущие требования к управлению движением. Особую сложность представляет резкий рост внутригородского объема перевозок во время проведения зимней Олимпиады-2014, который в идеале должен быть обеспечен при одновременной реализации следующих целей: сокращение использования легковых автомобилей, уменьшение энергопотребления и соблюдение высоких требований по защите окружающей среды. Все это требует разработки ориентированной на устойчивое развитие транспортной концепции (12).

### 4.1 Транспортная концепция зимней Олимпиады-2014 – исходная ситуация и планирование

Традиционно при проектировании и создании транспортной системы для масштабных мероприятий аспект энергоэффективности играет второстепенную роль. Основное внимание организаторов направлено на:

- безопасность и надежность
- комфортабельность и малое время в пути
- адаптируемость / гибкость (резервы для аварийных или непредвиденных ситуаций, например, вследствие изменения программы мероприятий)
- экологичность (сокращение вредных выбросов) (12)

В Заявочной книге города-соискателя Заявочным комитетом «Сочи-2014» (1) была предложена всесторонняя транспортная концепция, которая по многим аспектам является образцовой, учитывает и развивает опыт других зимних Олимпийских игр.

#### План действий Оргкомитета «Сочи-2014» по минимизации воздействия на окружающую среду

Большое значение при планировании и организации зимней Олимпиады-2014 отводится минимизации воздействия на окружающую среду. На встрече представителей Международного Олимпийского комитета и Оргкомитета «Сочи-2014», в ходе которой были рассмотрены конкретные мероприятия по защите окружающей среды, транспорт был выделен как один из ключевых элементов планирования. Усилия Оргкомитета «Сочи-2014» направлены на достижение оптимума между удобствами для спортсменов и защитой окружающей среды. МОК приветствовал принятие комплексных мер, учитывающих воздействие на окружающую среду уже на стадии планирования (13):

- **перебазирование** некоторых мест проведения соревнований с учетом аспектов защиты окружающей среды
- **минимизация** воздействия на окружающую среду от проведения соревнований в горных районах
- **сокращение** числа железнодорожных путей до одного (вместо двух) и числа полос движения до трех (вместо четырех) на совмещенной железнодорожно-автомобильной дороге между прибрежными и горными районами
- **последующее использование:** выявление подходов для оптимизации транспортной инфраструктуры как во время проведения зимней Олимпиады-2014, так и в постигровой период

## Планирование в Сочи энергоэффективной и экологичной транспортной системы

Наиболее важные с позиции энергоэффективности положения транспортной концепции:

сокращение дистанции благодаря самой масштабной в истории Олимпийских игр концентрации важных спортивных сооружений и объектов сферы услуг в одном месте. Провозглашенные цели: более 75% спортсменов попадают в спортивные сооружения за пять минут или быстрее, а у 100% спортсменов это займет максимум 18 минут

- обеспечение беззаторможенного движения общественного транспорта благодаря значительным инвестициям в модернизацию инфраструктуры
- бесплатная транспортировка всех без исключения гостей и участников Олимпиады общественным транспортом
- отсутствие мест парковки для зрителей у спортивных сооружений
- подготовка перехватывающих парковок (Park&Ride) для легковых автомобилей; пользование ими будет бесплатным и обязательным
- учет возможностей последующего использования
- специальное обучение лиц, уполномоченных решать транспортные вопросы, при поддержке МОК с учетом накопленного опыта и обмен информацией с ответственными лицами из Турина и Пекина
- ввод в эксплуатацию Единого диспетчерского центра спутникового мониторинга транспортного комплекса, способного выявлять и устранять транспортные заторы



Рис. 17. Расположение главных мест проведения олимпийских соревнований (14)

Кроме того, Оргкомитет «Сочи-2014» предполагает ввести систему управления устойчивым развитием. Целью является проведение CO<sub>2</sub>-нейтральных Олимпийских игр. В транспортном секторе запланированы следующие меры (14):

- использование возобновляемых источников энергии
- модернизация местной транспортной системы
- строительство линии скоростного железнодорожного сообщения Адлер – Грушевая Поляна (горнолыжный курорт)

- расширение существующего электрифицированного сообщения на побережье между Сочи и Адлером до двух путей
- строительство развязок на пересечении улиц или автомагистралей
- ограничение перемещения грузового автотранспорта во внутренней части города
- строгий контроль качества продаваемого топлива
- стимулирование покупателей автомобилей с альтернативными двигателями
- модернизация пешеходных зон в центре города (зеленая зона города)
- компенсация остаточных выбросов

#### **Краткое описание транспортной концепции:**

- **Город туризма:** на 400 000 жителей ежегодно приходится приibl. 3 млн. туристов. Прогноз: в ближайшие годы количество приезжающих удвоится.
- **Аэропорты:** в регионе будет построено четыре аэропорта. Аэропорт Сочи удвоит свою пропускную способность – до 2 500 пассажиров в час.
- **Транспортные возможности для представителей СМИ (10-12 тыс. человек):** недалеко от аэропорта (приibl. 5 км) и от спортивных сооружений на побережье (в среднем на расстоянии 5 км) будет сооружен медиа-центр. Расстояние до самого удаленного спортивного сооружения составит 60 км. Для него будет сооружен отдельный медиа-центр в непосредственной близости. Медиа-центр и места размещения сотрудников СМИ будут связаны регулярным сообщением челночных автобусов со всеми спортивными площадками.
- **Транспортное сообщение с горными районами:** Планом предусматривается строительство специальных олимпийских трасс общей протяженностью 140 км. Две дороги в горы имеют пропускную способность прим. 14 000 автомобилей в день. Дополнительная подвесная транспортная система протяженностью 50 км будет в состоянии за 35 минут перемещать с побережья в горы по 10 000 пассажиров в час.
- **Расширение** местной дорожной сети в районе Красной Поляны и строительство 59 км скоростных автомагистралей к олимпийским объектам (13)

**Значительный потенциал для энергоэффективных и экологических транспортных решений остается в настоящее время неиспользованным.**

В стратегических целях Оргкомитета «Сочи-2014» отсутствует ограничение энергопотребления транспорта или его воздействия на окружающую среду. Но и в непосредственно реализуемых оперативных целях создание транспортных систем с низким уровнем выбросов находится на предпоследнем – десятом – месте.

Поэтому в настоящем аналитическом отчете представляется целесообразным рассмотреть, какие цели ставились организаторами других аналогичных мероприятий и какие меры для их достижения планировались и принимались. При этом основное внимание уделялось трем мерам: «**Отпадение необходимости** в пользовании транспортом», «**Переход** с индивидуального транспорта на более эффективные альтернативы» и «**Совершенствование** автомобилей с рассмотрением аспектов привода, топлива и степени использования».

Ниже приводится оценка потенциала снижения потребления первичной энергии и сокращения выбросов CO<sub>2</sub> в транспортном секторе.

## **4.2 Кардинальное изменение транспортной ситуации в Сочи, Краснодарском крае и в целом по России**

Чтобы быть в состоянии оценить транспортную концепцию, представляется целесообразным рассмотреть запланированные в Сочи мероприятия в контексте сложившейся и ожидаемой транспортной ситуации в Краснодарском крае и, вообще, в России. При оценке этой ситуации для индивидуального автотранспорта использованы статистические данные по регистрации транспортных средств и плотности их распределения, а для общественного транспорта – объемы пассажироперевозок.

### **Быстрые темпы роста автомобилизации в России**

Будучи долгое время страной с высокой степенью использования общественного транспорта, за прошедшее время Россия стала крупнейшим автомобильным рынком Европы с высокими ежегодными темпами роста. В 2008 году она обогнала Германию по количеству приобретаемых новых автомобилей: в первом полугодии в России было приобретено 1,64 млн. новых автомобилей (в Германии 3,09 млн. за весь 2008 год). Согласно прогнозам до 2020 года Россия удвоит парк автомобилей (на сегодня около 30 млн.) и, таким образом, обойдет Германию (прибл. 41,2 млн. автомобилей) (15) (16). Уже сейчас предсказуемо, что это развитие повлечет за собой значительное изменение распределения транспортных потоков по видам транспорта (см. рис. 19).

Сравнение Краснодарского края и других российских регионов отчетливо показывает, что Сочи следует общероссийской тенденции увеличения количества автомобилей с темпом роста 25-30%. Уровень автомобилизации в Сочи (291 автомобиль на 1 000 жителей) уже сегодня превышает средний показатель по России (186 автомобилей). С 1995 по 2005 год количество автомобилей на 1 000 жителей выросло в Сочи почти на 50%. Ожидается, что к 2014 году оно увеличится еще прибл. на 25% – до 350 автомобилей на 1 000 жителей. В Краснодарском крае количество автомобилей за последние десять лет также резко возросло. Сейчас оно составляет 244 автомобиля на 1 000 жителей, что прибл. соответствует ожидаемому среднему показателю по России в 2014 году (прибл. 260 автомобилей на 1 000 жителей). До 2014 года уровень автомобилизации должен оставаться на том же уровне. Для сравнения стоит указать, что в Германии уровень автомобилизации составляет

570 автомобилей на 1 000 жителей. В таких крупных городах, как Берлин общественный транспорт имеет большее значение, и здесь уровень автомобилизации ниже – 317 автомобилей. Согласно прогнозам Сочи к 2014 году превзойдет этот показатель, выйдя на уровень 350 автомобилей. Тем самым, роль общественного транспорта уменьшится.

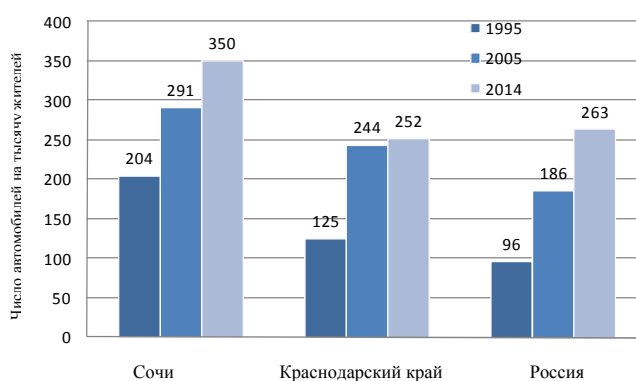


Рис. 18. Сравнительные данные по уровню автомобилизации:  
Сочи, Краснодарский край и Россия (1)

### Ослабление роли общественного транспорта

Одновременно с ростом индивидуального автотранспорта общественный транспорт постепенно теряет свое значение. Объем пассажироперевозок на железнодорожном, автобусном и трамвайном видах транспорта неуклонно снижался начиная с 1992 года; однако с 2005 года он стабилизировался. Авиаперевозки сначала также несколько снизились, однако затем снова достигли уровня 1992 года. Сравнение с Германией подтверждает тенденцию растущей автомобилизации в России и ослабления роли общественного транспорта.

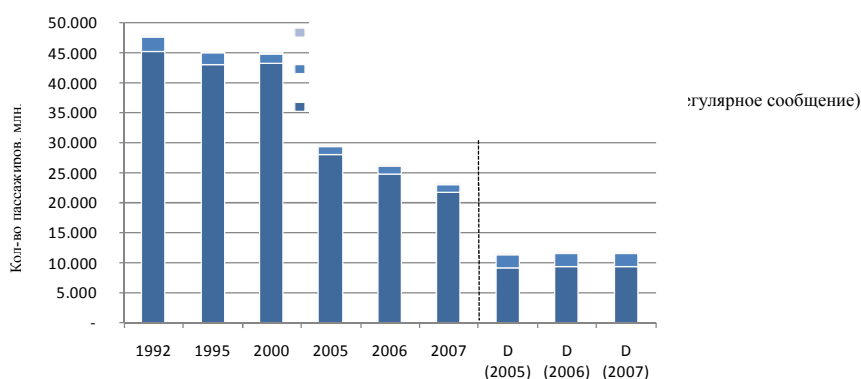


Рис. 19. Динамика пассажироперевозок в российском общественном транспорте

Российская газета «Парк» в мае 2009 года опубликовала впечатляющий репортаж о результатах этого развития: «Пробки являются частью повседневной жизни в Сочи; средняя скорость в городе составляет 10-15 км/ч.



Хаотическая, непродуманная застройка вполне соответствует такой же хаотической, асимметричной дорожной сети. Вкупе с энергетической неэффективностью это ведет к значительному выбросу вредных веществ. Предельная допустимая концентрация по двуокиси азота в воздухе превышена в 1,15 раза, а по окиси азота – в 1,5 раза.»

### Преимущества общественного транспорта перед индивидуальным автотранспортом по выбросам CO<sub>2</sub> и потреблению первичной энергии

На рис. 20 показаны преимущества общественного транспорта в отношении выбросов парниковых газов и потребления энергии на примере Германии. В зависимости от вида используемой энергии и средней степени использования автобусное и ж/д сообщение превосходит индивидуальный автотранспорт по энергоэффективности на 30-60%.

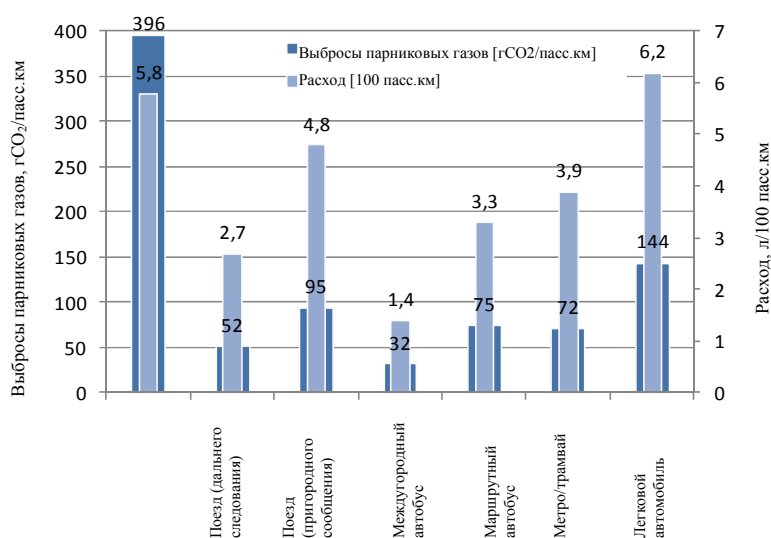


Рис. 20. Потребление первичной энергии и выбросы CO<sub>2</sub> общественным транспортом и индивидуальным автотранспортом в Германии

**Рекомендация:** если благодаря зимним Олимпийским играм-2014 многие автовладельцы начнут регулярно пользоваться общественным транспортом и не будут рассматривать легковой автомобиль в качестве альтернативы, то это будет иметь положительный эффект, как для энергопотребления, так и для защиты окружающей среды. Лишь тогда изменения будут иметь длительный эффект и действовать не только во время проведения зимней Олимпиады, но и в постигровой период. Настоятельно рекомендуется принять меры, могущие помочь остановить тенденцию перехода от общественного транспорта к индивидуальному. В этом контексте все инвестиции и меры следует оценивать по тому, в какой степени они способствуют развитию общественного транспорта.

### 4.3 Сравнение инвестиций в транспортную инфраструктуру

#### Инвестиции в автомобильные дороги вдвое выше, чем в рельсовые

Значительная часть всех инвестиций для проведения зимней Олимпиады-2014 направляется в транспортный сектор. При этом инвестиции в автомобильные и рельсовые дороги распределяются в соотношении 2:1 (см. рис. 21). Модернизация транспортной инфраструктуры является неотъемлемой частью строительства олимпийских объектов. Санирование и перестройка города Сочи приводит к заметному вытеснению жилья из центра города на периферию. Прямо противоположным фактором является отсутствие функционирующей инфраструктуры общественного транспорта между центром города и окраинными районами. Для улучшения транспортной инфраструктуры имеются конкретные планы (см. следующий раздел) (1) (13).

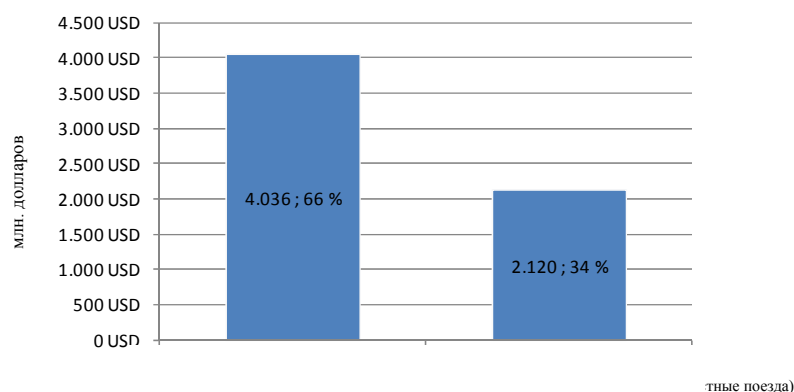


Рис. 21. Инвестиции в строительство инфраструктуры

Превалирование инвестиций в дорожную сеть объясняется уже завершенной модернизацией железнодорожной сети и намерением перевести основную часть пассажирского транспорта на автобусы и микроавтобусы. Сюда не включены инвестиции в расширение четырех региональных аэропортов.

#### Индивидуальный автотранспорт доминирует в планах

Развитие дорожной сети является составной частью создания олимпийской инфраструктуры. Главные проекты приведены в табл. 8. Самый крупный и важный транспортный проект – это строительство совмещенной дороги протяженностью 50 км от Адлера до нижней станции горнолыжного курорта Роза Хутор. Проект охватывает возведение 33 мостов и прокладку 12 туннелей общей протяженностью 26 км (13) (14) (17). Модернизация дорожной сети создаст благоприятные условия для развития индивидуального автотранспорта.

Проект	Инвестиции [млн. долл.]	Автодорога или ж/д
Строительство второго прибрежного ж/д пути (67 км)	627,4	ж/д
Строительство объездной дороги	638,7	автодорога

Реконструкция автомагистрали М27 (Джубга – Сочи) на длине 116 км	837,4	автодорога
Строительство дорожной сети Красная Поляна (53 км)	337,2	автодорога
Строительство скоростной дороги Красная Поляна (50 км)	1.520,8	автодорога
Строительство высокоскоростного участка Адлер – Грушевая Поляна (63 км)	758,8	ж/д

Табл. 8. Проекты развития транспортной инфраструктуры в Сочи (12)

### Превалирующие инвестиции в дорожную сеть

Начиная с летних Олимпийских игр-2000 в Сиднее, для перемещения зрителей, волонтеров, представителей СМИ и обслуживающего персонала действует принцип «100% общественный транспорт». В местах проведения соревнований отсутствуют общедоступные парковки для частных автомобилей; в то же время предложение автобусов и рельсового транспорта настолько расширено, что для всех групп участников обеспечивается возможность проезда – бесплатного или по очень умеренным ценам – в общественном или частном (мини- и микроавтобусы) транспорте. Для этого в местах проведения соревнований инвестировались и инвестируются значительные суммы в создание и развитие сети автобусного и рельсового транспорта.

Однако в сравнении с другими масштабными мероприятиями (в частности, Всемирной выставкой EXPO 2000 в Ганновере, Олимпийскими играми-2010 в Ванкувере) в Сочи явно прослеживается тенденция, что в процентном отношении инвестиции в дорожную инфраструктуру существенно выше, чем в рельсовую сеть (см. рис. 22). Как указано выше, прилб. 2/3 инвестиций идут на обеспечение движения автомобильного транспорта. В противоположность этому на Всемирной выставке EXPO 2000 в Ганновере и на Олимпийских играх-2010 в Ванкувере предпочтение отдавалось общественному транспорту. Доля инвестиций в движение автотранспорта находилась на уровне 15-20%. В результате во время Всемирной выставки в Ганновере перевозки почти 70% из более чем 17 млн. посетителей осуществлялись общественным транспортом или рейсовыми автобусами (18).



Рис. 22. Сравнение инвестиций в дорожные сети для индивидуального автотранспорта и для общественного транспорта

Дальнейшие различия между Олимпийскими играми становятся очевидны при рассмотрении прямых инвестиций в общественный транспорт и запланированного количества транспортных средств. Для лучшей

сопоставимости на рис. 23 объемы инвестиций показаны в соотношении с ожидаемым количеством посетителей. В обеих категориях Сочи планирует инвестиции примерно того же порядка, что и Ванкувер. Однако, следует учитывать, что уровень существующей инфраструктуры в Ванкувере выше. Тем не менее, там запланированы инвестиции в развитие городского общественного транспорта и в расширение сети пешеходных и велосипедных дорожек. Лондон в настоящее время имеет прекрасную инфраструктуру общественного транспорта, ежедневно перевозящего до 12 млн. пассажиров и без проблем справившегося бы с дополнительными пассажиропотоком в период проведения Олимпийских игр-2012. Однако Лондон распознал потенциал долгосрочного действия «олимпийского стимула развития» и собирается инвестировать более 30 млрд. долларов в развитие метро, автобусного сообщения и регионального рельсового транспорта.



Рис. 23. Развитие общественного транспорта в Сочи, Ванкувере и Лондоне в соотношении с ожидаемым количеством посетителей (1)

**Рекомендация:** следуя примеру других крупных мероприятий, Сочи и Краснодарский край могут откорректировать наметившуюся тенденцию путем целевых инвестиций в инфраструктуру общественного транспорта и занять лидирующую позицию среди российских регионов по энергоэффективному распределению транспортных потоков между различными видами транспорта.

#### 4.4 Значение последующего использования для инвестиций в инфраструктуру

Проведение зимних Олимпийских игр-2014 является шансом для кардинальных изменений в транспортной сфере в сторону повышения энергоэффективности и снижения выбросов CO<sub>2</sub>. Так же, как инвестиции в гражданское и промышленное строительство, инвестиции в транспортную инфраструктуру оказывают долгосрочное воздействие. Принятая транспортная концепция будет в течение долгого времени определять распределение транспортных потоков по видам транспорта, а следовательно и выбор транспортных средств.

##### Достижение энергоэффективного распределения транспортных потоков по видам транспорта путем инвестиций в общественный транспорт

Благодаря целевым инвестициям в общественный транспорт при подготовке аналогичных крупных мероприятий во многих странах мира в прошлом удавалось достичь стабильного смещения акцента с индивидуального автотранспорта к общественному и, тем самым, добиться повышения энергоэффективности пассажироперевозок. Поэтому также и в Сочи рекомендуется не упускать возможность использовать подготовку к Олимпийским играм для ускоренного развития сети общественного транспорта. Хорошо функционирующий общественный транспорт является необходимой предпосылкой для реализации федеральной программы развития региона как круглогодичного курорта мирового класса. Во время проведения Олимпийских игр Сочи сможет продемонстрировать мировой общественности эффективную организацию, в частности, общественного транспорта, и оптимально позиционировать себя для дальнейшего притока инвестиций и квалифицированной рабочей силы.

##### Рентабельные инвестиции в инфраструктуру общественного транспорта на аналогичных мероприятиях

Международный союз общественного транспорта UITP указывает на то, что хорошая инфраструктура общественного транспорта, созданная для проведения крупных мероприятий, в средне- и долгосрочной перспективе становится двигателем экономического развития региона. Например, **летние Олимпийские игры-1992 в Барселоне** побудили городскую администрацию радикально перестроить прибрежный и портовый район, разбив в нем парки, отстроив площади и отели, а также модернизировать общественный транспорт. В результате первоначально сравнительно небольшая метрополия (население припл. 1,6 млн. человек) превратилась в один из самых привлекательных европейских центров туризма.

Всемирная выставка **EXPO 2000** в Ганновере также является положительным примером реализации возможностей крупного мероприятия. Инвестирование почти 2 млрд. евро в рельсовую инфраструктуру, в т.ч. в расширение городских и пригородных ж/д сообщений, привело к увеличению числа людей, регулярно пользующихся общественным транспортом, на 4% (за период с 1995 по 2003 год) (18).

В **Афинах**, где проводились летние Олимпийские игры-2004, развитие городского общественного транспорта и пригородного рельсового транспорта не двигалось многие десятилетия. Подготовка к летней Олимпиаде не только привела к открытию нового международного аэропорта, имеющего рельсовое сообщение с центром города еще за два года до проведения Олимпиады, но и позволила всего лишь за нескольких лет существенно улучшить систему общественного транспорта в греческой столице.

**Пекин** перед летними Олимпийскими играми-2008 вложил более 20 млрд. долларов в развитие и расширение общественного транспорта, значительно модернизировал метро и увеличил парк автобусов на 20 тысяч

современных и более экологичных машин. Эти меры принесли столичному транспорту неоценимую пользу не только во время проведения Олимпиады. Резкий рост индивидуального автотранспорта существенно ухудшает качество воздуха, препятствует развитию города и приводит всю транспортную систему на грань коллапса. Переход на общественный транспорт позволяет разрешить эту проблему.

Для зимней Олимпиады-2006 в **Турине** была полностью модернизирована транспортная инфраструктура в Пьемонте и превращена в хорошо налаженную интермодальную систему, эффективность которой продолжает быть положительным фактором для всей Италии. Городской общественный транспорт получил хорошо развитую сеть трамвайных и автобусных маршрутов. На важных вылетных магистралях были созданы перехватывающие парковки.

### **Перспективное и комплексное планирование позволит реализовать значительный потенциал развития**

Одной из целей организаторов зимней Олимпиады-2014 является развитие и расширение транспортной системы региона, что положительно отразится на его развитии в постигровой период. Принципиальным является то обстоятельство, что сравнительно короткие расстояния между аэропортом, Олимпийской деревней, гостиницами и спортивными сооружениями являются хорошими предпосылками для эффективной транспортной системы с возможностью ее последующего использования. Инвестиции в новые пригородные и городские железные дороги, в Единый диспетчерский центр спутникового мониторинга транспортного комплекса, а также в новые автобусы и подвижной состав составят согласно Заявочной книге прибл. 2,2 млрд. долларов (для сравнения: объем инвестиций в Лондоне – 30 млрд. долларов, несмотря на имеющуюся инфраструктуру).

Основная часть из 1 250 новых автобусов с низким бесступенчатым входом по завершении Олимпиады должна быть передана в другие регионы Краснодарского края. Оргкомитет «Сочи-2014» планирует создание новой и развитие существующей инфраструктуры городского общественного транспорта во взаимодействии с коммунальными, региональными и федеральными органами власти, транспортными предприятиями и пользователями с учетом потенциала долгосрочного развития региона.

### **Возможности оптимизации приезда-отъезда с точки зрения последующего использования**

Для проведения энергоэффективной зимней Олимпиады-2014 важными являются вопросы приезда-отъезда, т.е. обеспечение транспортной связи пунктов, находящихся на расстоянии до 1 500 км друг от друга (прибл. 7-8 часов поездом). Это также будет иметь долгосрочное влияние на энергоэффективность транспортной концепции и, опосредованно, на климат в Краснодарском крае. Путем расширения пропускной способности запланированных высокоскоростных магистралей (например, увеличение количества составов, изменение частоты следования или использование сидячих вагонов) предполагается на долгосрочную перспективу достичь частичной переориентации пассажиропотока с авиарейсов, например в Москву, Киев или Одессу, на железную дорогу. Примерами успеха такой концепции являются железнодорожные магистрали для высокоскоростных поездов ICE в Германии (Мюнхен – Штутгарт – Франкфурт – Кёльн, Гамбург – Берлин – Ганновер), TGV/Eurostar во Франции (Париж – Марсель, – Лондон, – Брюссель, – Франкфурт, – Мюнхен) или AVE в Испании (Барселона – Мадрид – Севилья). Благодаря комфортабельному, надежному и быстрому железнодорожному сообщению удалось побудить пассажиров обратиться к энергоэффективной системе железной дороги, что сделало ненужными многие воздушные маршруты. В бюджете Олимпиады в Лондоне,

составляющем 30 млрд. долларов, запланированы средства в общей сложности на 1 500 км рельсовых дорог. Это в девять раз превосходит километраж таких дорог в планах для Сочи.

На Чемпионате мира по футболу-2006 в Германии удалось при помощи комбинированного билета немецких железных дорог Deutsche Bahn мотивировать многих зрителей пользоваться поездом ICE, а не самолетом или автомобилем. Руководство Российских железных дорог планирует ввести в действие высокоскоростное сообщение между Москвой и Сочи на поездах серии ICE3/Siemens Velaro.

Чтобы заинтересовать посетителей Олимпийских игр не лететь из Москвы самолетом, можно было бы также предложить билет на высокоскоростной поезд, скомбинированный с входным билетом на мероприятия в Сочи. Эта сама по себе целесообразная мера могла бы стать еще и рекламной акцией для Российских железных дорог. Выбор данного энергоэффективного и сравнительно экологичного средства передвижения мог бы оказать положительное влияние на поездки на отдых в Сочи в последующие десятилетия. Такие соображения справедливы не только для дальнего сообщения, но и – в силу принципиально более высокой энергоэффективности рельсового транспорта по сравнению с авиа- и автотранспортом – для железнодорожного сообщения в целом, например, с Краснодаром или с Киевом. Если предположить, что 100 000 гостей Олимпийских игр (прибл. 10%) прибудет в Сочи из Москвы на поезде, а не на самолете, то это приведет к сбережению 90 000 ГВт·ч энергии и сокращению выбросов CO<sub>2</sub> на 55 000 т (см. рис. 24).

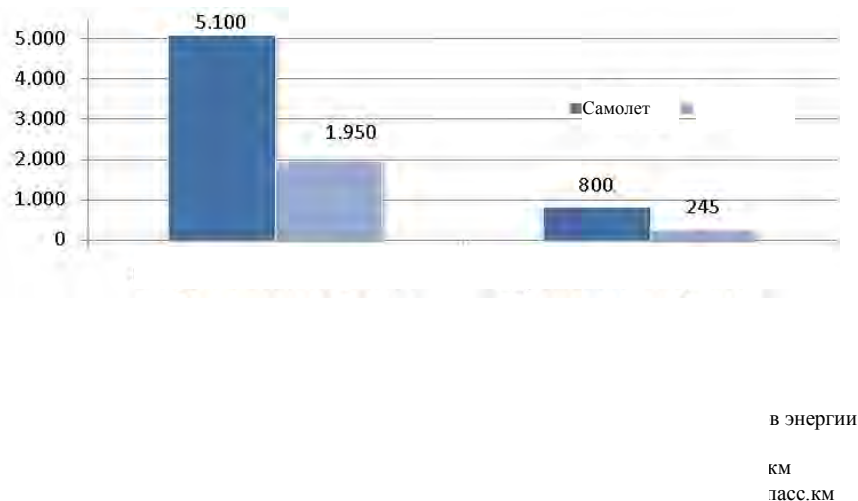


Рис. 24. Сравнение удельного энергопотребления и выбросов CO<sub>2</sub> поезда ICE 3 и самолета (19) (20) (21)

**Рекомендация:** для реализации долгосрочного энергоэффективного использования необходима смена приоритетов. Транспортное планирование должно включать в себя организацию приезда-отъезда как на федеральном, так и на региональном уровне. Кроме того, необходимо сконцентрироваться не только на зимнем периоде, но в перспективе – именно на летнем периоде. Что означает, например, включение в генплан сети велосипедных дорожек. Оргкомитет «Сочи-2014» внес эту тему в свою программу и должен теперь проследить за соответствующей реализацией.

#### 4.5 Долгосрочная энергоэффективность благодаря обновлению подвижного состава

Общая потребность Сочи для ежедневной перевозки приibl. 250 тысяч зрителей оценивается в 7 000 транспортных средств (22). Для этого на сумму около 800 млн. евро будут приобретены транспортные средства, среди которых, вероятно, 54 железнодорожных состава Bombardier Spacium, автобусы и до 3 000 легковых автомобилей и микроавтобусов от генерального партнера компании «Фольксваген Груп Рус». Согласно Заявочной книге предусматривается приобретение автомобилей Low Emission, т.е. с низким уровнем выбросов. Однако, остается неясным, насколько здесь помимо ограничения выбросов вредных веществ будет учитываться энергоэффективность и ограничение выбросов парниковых газов.

#### Энергоэффективный железнодорожный подвижной состав

Значительная часть инвестиций в транспорт приходится на приобретение новых поездов. 54 поезда, заказанные у Bombardier, являются не только современными, но и благодаря электротяге – энергоэффективными. Решающим является, насколько хорошо будут загружены транспортные средства при использовании интеллектуальной системы управления пассажиропотоками и какова будет доля возобновляемых источников в топливе и электроэнергии (см. гл. 4.7).

#### Концепции энергоэффективных приводов для автобусного парка

Согласно плану до начала зимних Олимпийских игр и в ходе их проведения будет задействовано более 1 200 автобусов. В настоящее время можно предположить, что автобусный парк будет оснащен, в основном, дизельными двигателями, соответствующими нормам Euro-4 и Euro-5. В исследовании Союза немецких транспортных предприятий VDV от 2009 года были проанализированы расходы на альтернативные приводы для автобусов и их воздействие на окружающую среду. Наряду с вопросами эксплуатации автобусов рассматривались также вопросы их производства и подготовки топлива. Так же, как и для легковых автомобилей, электрификация трансмиссии (гибридизация) и использование альтернативных видов топлива оказывают большое влияние на выбросы CO<sub>2</sub>. На рис. 25 показаны различные приводы автобусов и их основные характеристики (23).

Дизельный двигатель Euro-5 (с турбонаддувом)	Двигатель на природном газе (безнаддувный или с турбонаддувом)	Гибрид (дизельное топливо / природный газ и электродвигатель)	Электродвигатель (троллейбус)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• средняя первоначальная стоимость</li> <li>• сравнительно высокие расходы на топливо</li> <li>• значительные выбросы CO<sub>2</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• более высокая первоначальная стоимость из-за системы баллонов</li> <li>• низкие расходы на топливо</li> <li>• незначительные выбросы CO<sub>2</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• увеличение первоначальной стоимости из-за электрических компонентов</li> <li>• дальнейшее снижение расходов на топливо (природный газ и дизельное топливо) и выбросов CO<sub>2</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• низкая первоначальная стоимость</li> <li>• низкие эксплуатационные расходы</li> <li>• высокие расходы на инфраструктуру</li> </ul>

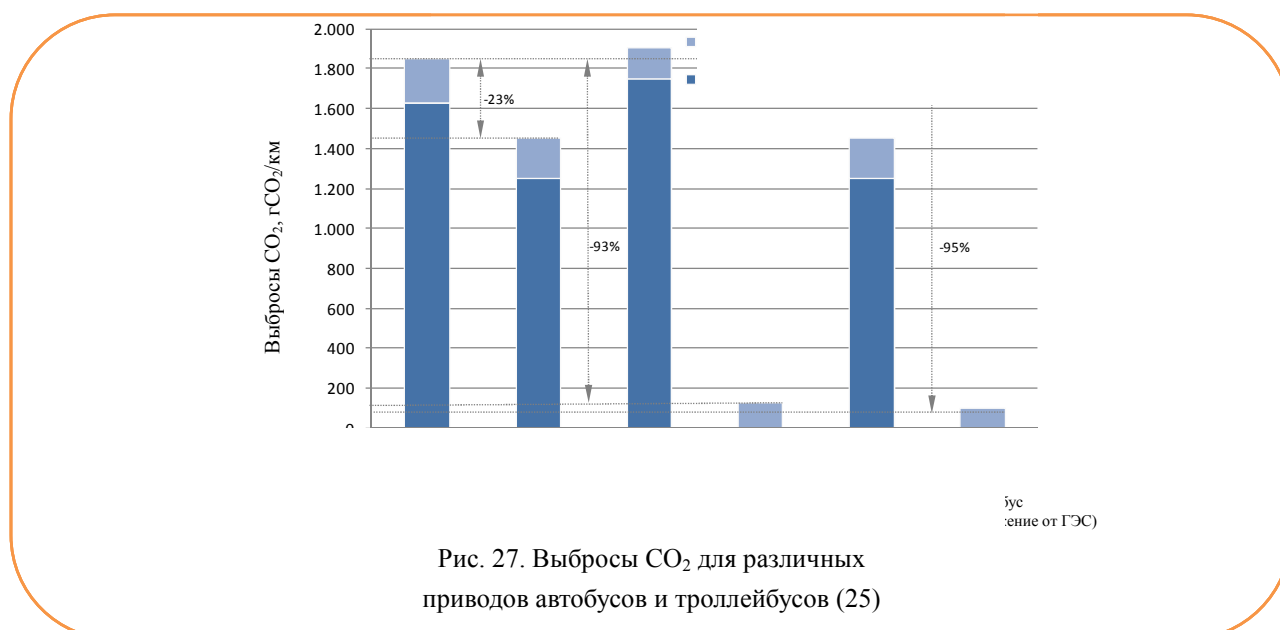
Рис. 25. Сравнительный анализ различных концепций приводов



Преимущества различных приводов по энергоэффективности зависят от маршрута (внутригородской или пригородный) и от наличия и характера подъемов-спусков на трассе (см. рис. 26).



Гибридные приводы позволяют уменьшить потребление дизельного топлива или природного газа на 10-30% (24). Увеличение первоначальной стоимости при оснащении таким приводом сочлененного автобуса составляет прикл. 25% (источник: Üstra). Но можно ожидать дальнейшего снижения цен к 2014 году. Наиболее опытными немецкими производителями гибридных автобусов являются Mercedes Benz, Vossloh Kiepe и MAN/Neoplan. Как показано на рис. 27, троллейбусы, работающие на «зеленом» токе, или автобусы на биогазе могут снизить выбросы CO<sub>2</sub> на 95% по сравнению с дизельными автобусами.



В то же время использование троллейбусов требует значительных инвестиций в инфраструктуру, например, в троллеи. Поэтому практичной возможностью для Сочи является использование автобусов, работающих на 100% на природном газе (см. следующую главу).

### **Использование опыта Олимпийских игр в Пекине и Ванкувере**

На Олимпийских играх-2008 в Пекине 400 из 2 000 автобусов работали на природном газе. Одновременно, в качестве пилотного проекта было использовано три автобуса на водороде. Ванкувер планирует использовать троллейбусы и, возможно, 20 автобусов на водороде.

### **Генеральным партнером зимних Олимпийских игр стал немецкий производитель автомобилей, работающих на природном газе**

Оргкомитет «Сочи-2014» пригласил известные автомобилестроительные концерны принять участие в конкурсе на статус генерального партнера зимних Олимпийских игр. Приглашения получили Toyota, Volvo, BMW, Volkswagen, а также российские производители ГАЗ (Нижний Новгород) и АвтоВАЗ (Самарская область). Согласно информации российских СМИ этот конкурс в сентябре 2009 года выиграла компания «Фольксваген Груп Рус».

Стоимость пакета генерального партнера составляет не менее 100 млн. долларов. Речь здесь идет как о прямых выплатах, так и об оказании услуг и о поставке продукции. Например, генеральный партнер обязан поставить для зимней Олимпиады-2014 прилб. 3 000 машин различных типов, среди которых не только легковые автомобили, но и миниавтобусы, грузовики и специальные автомобили для перевозки инвалидов.

Volkswagen наряду с Fiat является крупнейшим в Европе производителем автомобилей с двигателями на природном газе; в ближайшие годы он намерен предложить эту технику во всех классах автомобилей. По соображениям энергоэффективности и ресурсосбережения этот двигатель особенно перспективен при эксплуатации на биогазе.

**Рекомендация:** укомплектование пассажирского транспорта автобусами, работающими на природном газе, вместе с переоборудованием 50% индивидуальных транспортных средств на природный газ или гибридный привод позволит предотвратить выбросы прилб. 1 160 т CO<sub>2</sub> в атмосферу за две недели проведения Олимпийских игр. Своевременный ввод в эксплуатацию обновленного автомобильного парка, в особенности автобусов, позволит частично снизить вредные выбросы уже в 2010-2011 годах.

## **4.6 Использование местных возобновляемых видов топлива**

В настоящее время следует исходить из того, что во время проведения Олимпийских игр-2014 автобусный и автомобильный парк будет в основном оснащен двигателями, работающими на ископаемых источниках энергии или ископаемых видах топлива (бензин, дизельное топливо, природный газ). Наибольший рост на российском рынке до 2012 года прогнозируется для дизельных двигателей.

Благодаря российским запасам природного газа – Россия является самым крупным в мире поставщиком природного газа и вторым по величине его потребителем (прежде всего, для стационарных установок) – а также разветвленной газовой сети природный газ в будущем может начать играть значительную роль для транспорта. В настоящее время имеется прилб. 95 000 транспортных средств, работающих на природном газе (грузовые и легковые автомобили, автобусы, рельсовый подвижной состав), и 262 газовые заправочные станции. Доля природного газа на российском топливном рынке составляет 20%. До 2020 года запланировано увеличить число

Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014

таких автомобилей до 1 млн., а количество заправочных станций – до 1 000. Это соответствует потребности в природном газе в 4 млрд. куб.м.

Хотя природный газ по сравнению с бензином сокращает выбросы CO<sub>2</sub> прилб. на 20% (зависит от способа добычи, транспортировки и использования), но это далеко не исчерпывает потенциал, которым обладают возобновляемые виды топлива. Имея целью проведение максимально экологичной зимней Олимпиады-2014, непременно следует проверить возможность использования возобновляемых видов топлива (биотоплива, биометана, водорода и «зеленого тока»).

### Потенциал сокращения выбросов CO<sub>2</sub> благодаря переводу автобусного парка на возобновляемые виды топлива

В рамках исследования VDV были изучены различные сценарии использования автобусных парков разного состава на маршрутных линиях. При этом сравнивались ископаемые и возобновляемые виды топлива. В качестве биотоплива было рассмотрено биогенное дизельное топливо второго поколения (см. табл. 9).

Сценарий	Описание
Сценарий 1: опорный сценарий	парк из 100 маршрутных автобусов на опыте собственного парка VDV с учетом ПДК по Еуро-нормам топливо: минеральное обессеренное дизельное топливо
Сценарий 3	парк EEV-автомобилей, использующих сажевые фильтры DPF топливо: минеральное дизельное топливо
Сценарий 4	как сценарий 3 топливо: синтетическое дизельное топливо (Btl)
Сценарий 7	парк EEV-автобусов с гибридным приводом с двигателем на природном газе (или сжатом природном газе, CNG) топливо: природный газ
Сценарий 8	парк с двигателями внутреннего сгорания на водороде и с гибридным приводом топливо: ископаемый побочный продукт – H <sub>2</sub>
Сценарий 9	как сценарий 8 топливо: возобновляемый H <sub>2</sub>
Сценарий 11	парк автобусов на топливных элементах с гибридным приводом топливо: возобновляемый водород
Сценарий dena	парк EEV-автобусов с гибридным приводом с двигателем на природном газе топливо: биогаз

Табл. 9. Сценарии использования различных видов топлива и технологий в автобусных парках (23)

Все варианты с ископаемыми видами топлива ведут к ежегодным выбросам от 6 000 до 7 500 т CO<sub>2экв.</sub> в год. Выбросы парниковых газов от возобновляемых видов топлива (сценарии 4, 9, 11) по порядку величины примерно такие же – от 600 до 1 500 т CO<sub>2экв.</sub> в год. Использование в качестве топлива водорода, получаемого из

ископаемых источников, нецелесообразно из-за высоких выбросов парниковых газов. Использование природного газа в ЕЕV-автобусах (см. сценарий 7) дает очевидные преимущества по сравнению с дизельными автобусами. Специальные технологии (турбонаддув) могут дополнительно усилить их. Рекомендуется рассматривать ЕЕV в качестве минимальных требований стандарта. Использование синтетического топлива из возобновляемых источников энергии и гибридизация привода позволяют реализовать дополнительный потенциал сокращения выбросов парниковых газов. Другим многообещающим направлением является применение произведенного на ВИЭ-установках водорода. Однако коммерческое использование этой технологии еще впереди, и задействование 50-100 таких машин во время проведения зимней Олимпиады-2014 году имело бы скорее демонстрационный характер (26).

Намного перспективнее представляется применение биогаза из органических отходов и жидкого навоза. dena предлагает сценарий использования биогаза в ЕЕV-автобусе с гибридным приводом с двигателем на природном газе. Биогаз, получаемый из соломы, древесных отходов, жидкого навоза и органических отходов, имеет потенциал сокращения выбросов парниковых газов 70% по сравнению с природным газом (27).

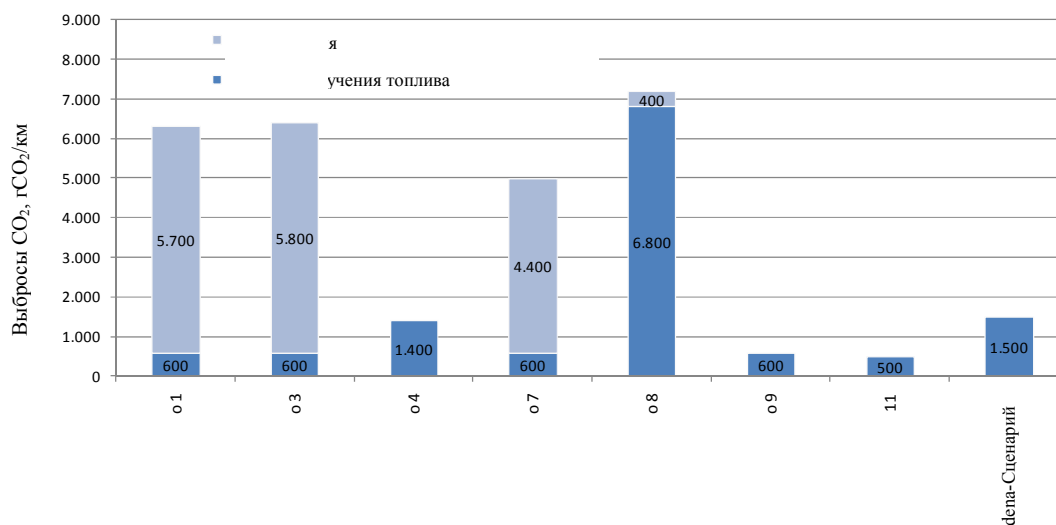


Рис. 28. Сравнение выбросов CO<sub>2</sub> для различных видов топлива с учетом их получения и расхода в маршрутных автобусах (23)

**Рекомендация:** синтетическое дизельное топливо, биогаз из органических отходов и навоза, а также произведенный на ВИЭ-установках водород обладают наибольшим потенциалом по сокращению выбросов парниковых газов. При формировании автобусного парка для маршрутного сообщения следует отдать предпочтение указанным направлениям. При этом синтетическое дизельное топливо может быть использовано для существующего автопарка, биогаз – для приобретаемых автомобилей, а произведенный на ВИЭ-установках водород – для демонстрационных автомобилей во время проведения зимней Олимпиады-2014 и в постигровой период. При этом водород, как топливо будущего, подчеркнет ориентацию Олимпиады на возобновляемые источники энергии.

Воздействие электрифицированного ж/д транспорта на климат зависит от способа производства электроэнергии. Целесообразно увеличить долю «зеленого тока». При этом следует руководствоваться объявленной целью, а именно компенсировать неэкологические источники энергии (см. гл. 5).

### Потенциал сокращения выбросов парниковых газов для парка легковых автомобилей

Основой для рассмотрения потенциала сокращения выбросов парниковых газов применительно к легковым автомобилям стало исследование «От скважины – до автомобиля: аналитический отчет о перспективах развития топлива и автомобильного привода в европейском контексте» (29). Наибольшим потенциалом сокращения выбросов по всей цепочке от производства до использования в автомобиле имеют биогаз (на базе городских отходов или жидкого навоза), биотопливо 2-го поколения с сажевым фильтром DPF, а также произведенный на ВИЭ-установках водород, используемый в топливной ячейке. Автомобили на водороде могут снизить прямые выбросы CO<sub>2</sub> на транспорте на 80% (28).

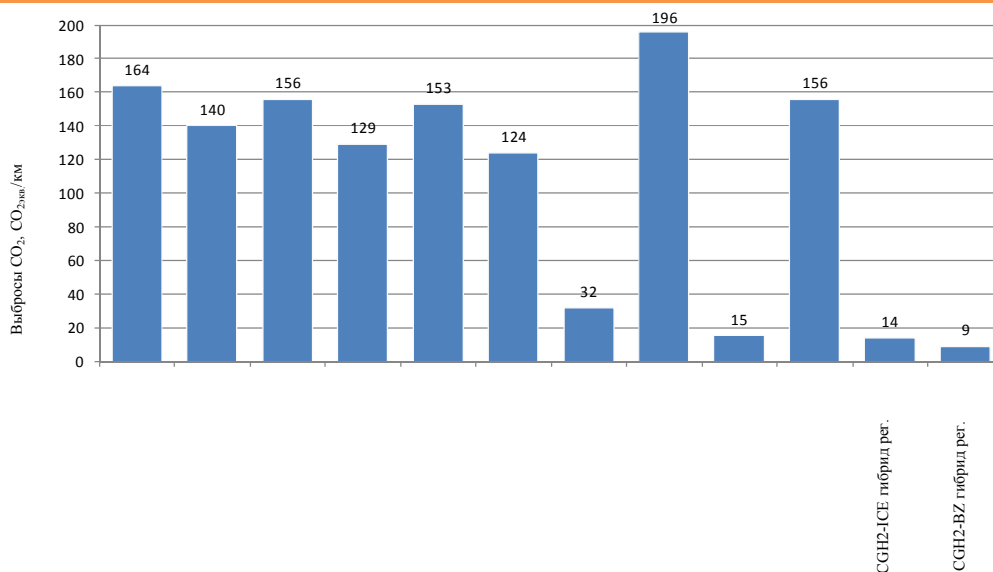


Рис. 29. Выбросы CO<sub>2</sub> при использовании различных видов топлива: анализ «от скважины до автомобиля» (29) (30)

Использование биогаза (синтетического природного газа) в качестве топлива представляется логическим следствием предварительного анализа. Биогаз имеет еще то преимущество, что он может быть выдан в существующую региональную газовую сеть, т.е. для него уже имеется инфраструктура распределения.

Для пилотного автомобильного парка на водороде рекомендуется использовать произведенный на ВИЭ-установках водород. Несмотря на то, что водород может быть получен из многих источников (в т.ч. риформингом природного газа или из угля, синтезом с CCS), следует отдать предпочтение возобновляемым источникам (например, газификации биомассы или электролизу с использованием импортируемого ВИЭ-тока или тока от ветровых установок). С учетом незначительного потребления водорода пилотным автомобильным парком многообещающим является использование водорода, получаемого в качестве побочного продукта.

Использование возобновляемых источников имеет самый большой потенциал сокращения выбросов CO<sub>2</sub> (28). Рекомендуется оценить возможности местной промышленности на предмет выработки побочного водорода. На базе этого рассмотрения можно было бы создать автомобильный парк на водороде для использования как во время проведения Олимпиады, так и в постигровой период (см. также планы Европейского исследовательского центра по технологиям и инвестициям ETIRC) (29).

Т.к. не приходится рассчитывать на запуск водородных автомобилей в серийное производство к 2014 году, они могли бы быть представлены в рамках демонстрационных и пилотных проектов. Использование автомобильного парка в Сочи еще обсуждается (1). Пока нет ясности с количеством автомобилей. Понятно, что для данной технологии должна быть учтена необходимость значительных инвестиций в инфраструктуру по производству, транспортировке и распределению водорода.

Следует также учитывать значительный прогресс в области электромобилей к 2014 году. Если к тому времени будет достигнут уровень их коммерческого использования, то возможно формирование парка легковых электромобилей. Вследствие незначительных расстояний между олимпийскими объектами для парка таких электромобилей отпадает вопрос запаса хода, интенсивно обсуждаемый в настоящее время. С одной стороны, для передвижения между олимпийскими объектами достаточно уже на сегодня имеющейся емкости аккумуляторов, а с другой стороны можно ожидать ее увеличения к 2014 году.

**Рекомендация:** для наиболее полной реализации потенциала сокращения выбросов представляется целесообразным создание автопарка с различными концепциями привода (биогаз, электричество, водород). Основная часть автомобилей могла бы работать на биогазе из городских отходов или жидкого навоза. Возведение таких биогазовых установок следует проверить (см. гл. 5). Далее необходимо оценить, насколько региональная газовая сеть может быть использована для распределения биогаза. В зависимости от технологического уровня электромобилей возможно их демонстрационное или массовое применение. Также возможна комплектация демонстрационного парка 50-100 автомобилями с водородным приводом.

#### 4.7 Повышение энергоэффективности планово-административными мерами

Независимо от транспортной инфраструктуры и технологий привода, энергопотребление и выбросы CO<sub>2</sub> от зимней Олимпиады-2014 могут быть значительно снижены путем оптимизации движения легковых автомобилей и автобусов и повышения степени их использования.

##### Повышение степени использования за счет совместного пользования автомобилями

Легковой автомобиль, перемещающий 1,5 человека, расходует в среднем до 1 800 кДж/пасс.км. Если автомобиль перевозит четырех человек, то расход снижается до 700 кДж/пасс.км (для сравнения с общественным транспортом: при средней загрузке автобуса или трамвая этот расход составляет 500-800 кДж/пасс.км).

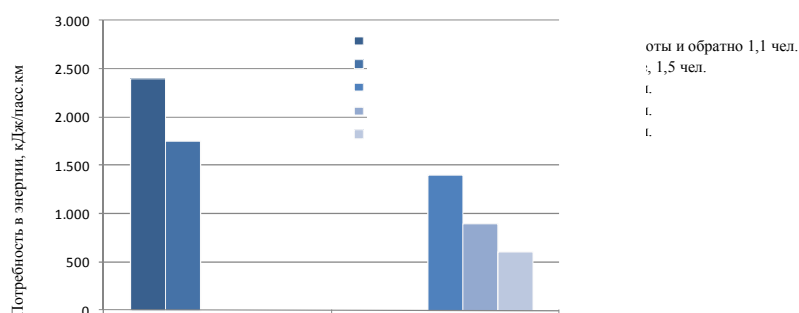


Рис. 30. Средний расход энергии на пассажиро-километр в зависимости от загрузки легкового автомобиля, данные по Германии (31)

При опирающемся на информационные технологии и ориентированном на спрос совместном пользовании автомобилями олимпийским сообществом, спонсорами, техническими сотрудниками и представителями СМИ можно уменьшить разовый и порожний пробег на треть и таким образом уменьшить энергопотребление и выбросы парниковых газов (см. рис. 31). Несмотря на рост километража с 3,5 до 5,3 млн. км, выбросы парниковых газов могут уменьшиться с 945 до 630 т CO<sub>2</sub>.

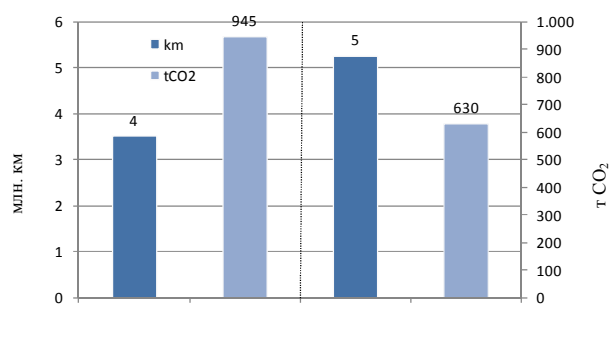


Рис. 31. Потенциал сбережения при совместном пользовании автомобилями (31)

### Повышение энергоэффективности за счет управления движением транспорта

В ходе проведения зимней Олимпиады-2014 необходимо будет интегрировать дополнительный транспорт в обычное сообщение и целесообразно управлять его движением. Для бесперебойного проведения зимней Олимпиады-2014 и снижения расхода топлива необходимо организовать беззаторное движение. Поэтому запланированную для олимпийских маршрутов систему управления движением транспорта рекомендуется распространить также и на центральную часть города. Тогда ее можно будет использовать для снижения напряженности дорожных ситуаций на перегруженных улицах Сочи также и в дальнейшем. Участки дорог, зарезервированные для транспортных средств Олимпийских игр, с одной стороны могут увеличить среднюю скорость автобусного сообщения. С другой стороны, для стимулирования владельцев частных машин можно разрешить движение по олимпийским полосам особо энергоэффективным индивидуальным транспортным средствам (например, совместно используемым автомобилям, гибридным автомобилям или автомобилям с выбросом менее 90 г/км).

### Оптимизация движения транспорта во время проведения зимней Олимпиады-2014 и по ее завершении за счет менеджмента мобильности

Чтобы оптимизировать обычное движение транспорта во время проведения Олимпиады и по ее завершении рекомендуется использовать международно принятый и находящийся все большее распространение менеджмент в сфере мобильности. По сути, речь идет о переводе пассажироперевозок с индивидуального автотранспорта на общественный. Для менеджмента мобильности рассматривают, прежде всего, мягкие меры, которые должны быть поняты и приняты как можно более широким количеством участников и которые характеризуются высокой экономической отдачей: главными направлениями являются коммуникация, координация, сервис, управление ресурсами, а также меры по точному удовлетворению спроса. Управление спросом на транспорт должно происходить, прежде всего, через информирование и консультирование, а также через лучшее согласование предложений; всё это должно мотивировать участников дорожного движения изменить свой стереотип поведения в требуемом направлении. Альтернативы индивидуальному автотранспорту, такие как общественный транспорт, пешеходное и велосипедное движение, совместное пользование автомобилем, каршеринг, должны дополняться на месте обширным каталогом целесообразных мер. Неизменной основой



является общая стратегия: предприятия, коммунальные и общественные учреждения сотрудничают, с одной стороны, с жителями, сотрудниками, клиентами, учащимися и т.п., а с другой стороны с транспортными и обслуживающими предприятиями так, чтобы выработать и реализовать единую и всеохватывающую концепцию энергоэффективной, т.е. экологичной и экономичной мобильности.



Опыт показывает, что – в зависимости от объема и интенсивности мероприятий – доля индивидуальных поездок на легковых автомобилях может быть снижена на 5-20% в пользу более экологичных видов транспорта. Менеджмент мобильности позволит оптимизировать движение транспорта в регионе не только во время проведения Олимпиады, но и может стать серьезным и долгосрочным вкладом России в активную защиту климата. Этот менеджмент будет способствовать охране здоровья в Краснодарском крае, поднимет качество жизни в городах и улучшит сообщение в регионе. В свете развития региона как круглогодичного курорта мирового класса такой способ улучшения ситуации с окружающей средой представляется желательным. Кроме того, административные единицы ощутят на себе уменьшение расходов, улучшение качества воздуха и оптимизацию транспортной доступности. Благодаря более высокой степени использования всех транспортных средств уменьшатся расходы на топливо и на парковки, потери времени на дорожные пробки; доходы транспортных предприятий увеличатся, а город Сочи должен будет инвестировать меньше средств в расширение, создание и поддержание дорожной инфраструктуры.

**Рекомендации:** представляется желательным увеличение степени использования за счет совместного пользования автомобилями, удовлетворяющего потребность в мобильности. Это может быть поддержано применением информационных технологий, позволяющих центрально и эффективно управлять распределением автомобилей в режиме реального времени. Также рекомендуется интеграция внутригородского сообщения в систему управления движением транспорта с последующим долгосрочным использованием.

На улицах должно быть реализовано резервирование олимпийских полос для общественного транспорта и для особо энергоэффективных индивидуальных автомобилей. Менеджмент мобильности может содействовать постепенному переводу пассажиропотока с индивидуального автотранспорта на общественный.

#### **4.8 Привлечение общественного внимания к образцовым проектам**

Масштабные мероприятия, привлекающие мировое общественное внимание, такие как Олимпийские игры, предоставляют местам их проведения шанс продемонстрировать инновационные решения по организации эффективной транспортной системы, а также свой научно-технический и экономический потенциал.

Сочи поставил перед собой амбициозные цели по обеспечению энергоэффективного транспорта во время проведения зимней Олимпиады-2014 (см. гл. 4.3). Инновационные пилотные проекты, как технические, так и организационные, помогут выявить нереализованный потенциал энергоэффективности в области транспорта. На мотивирующее воздействие комбинированного железнодорожного билета для приезда и отъезда было указано в главе 4.4.

##### **Дополнительное повышение энергоэффективности за счет мягких мер**

Мягкими мерами можно повысить эффективность работы олимпийского транспорта. Сравнительно просто реализовать курсы обучения экономичному вождению и создать систему поощрения экономичной езды для водителей задействованных на Олимпиаде автобусов и автомобилей (например, система бонусов / надбавок / конкурсов). Можно рассчитывать, что после прохождения курса обучения экономия составит до 10% топлива на каждый автомобиль (32).

Однако в Краснодарском крае и Сочи имеется возможность оптимизировать не связанное с Олимпиадой движение транспорта без использования каких-либо технических или инфраструктурных мер. Олимпиада-2014 дает возможность примерами лучшей практики продемонстрировать возможности оптимизации коммунального или производственного транспортного хозяйства. Как это запланировано в Ванкувере и уже реализовано в Пекине, административные меры по снижению количества индивидуального автотранспорта во внутренней части города во время проведения Олимпиады (система парковок, запреты на проезд) или по мотивированию совместного пользования автомобилями (см. сайт регионального центра по карпулингу и попутным перевозкам в Британской Колумбии [www.ride-share.com](http://www.ride-share.com)) вместе с соответствующими информационными предложениями для населения в значительной степени снижают дополнительную нагрузку на транспортные системы в ходе Олимпиады и сохраняют свое положительное воздействие после ее завершения.

Проект **car2go**, реализованный компанией Daimler AG в Ульме, развил идею каршаринга: зарегистрированные участники могут в любой точке города при помощи современной коммуникационной электроники найти современный, надежный и энергоэффективный автомобиль и сразу же его использовать. Длительность использования и место возврата клиенты могут определять сами ([www.car2go.com](http://www.car2go.com)). Во время зимних Олимпийских игр такая инновационная концепция каршаринга может обеспечить высокую мобильность сотрудников Олимпиады или представителей СМИ без необходимости держать в готовности постоянный парк автомобилей с водителями, а также уменьшить порожний пробег.

##### **Пилотные проекты по легковым автомобилям, привлекающие повышенное внимание СМИ**

Сочи-2014 может продемонстрировать технические новинки автомобилестроения. Технический прогресс, дальнейшее снижение стоимости и кооперация с главным спонсором Олимпиады, компанией «Фольксваген Груп Рус», могут сделать реальным переход всего олимпийского парка легковых автомобилей на электропривод или на газовый привод (биогаз) со встроенной индикацией расхода топлива.

Это в равной мере относится ко всем такси в Сочи, водителей которых можно простимулировать к переходу на электропривод или на альтернативные приводы, например, налоговыми мерами. Технический персонал или служба безопасности на олимпийских объектах или в гостиницах может очень эффективно и быстро перемещаться на электровелосипедах, электромопедах или сигвеях. Главный спонсор, компания «Фольксваген Груп Рус», может в рамках пилотного проекта для олимпийского автомобильного парка предоставить несколько десятков однолитровых моделей L1, которые были показаны на IAA-2009, чтобы продемонстрировать широкую область применения этой технологии.

В 2012 году Лондон собирается показать, как можно повысить энергоэффективность обычного, т.е. неолимпийского индивидуального автотранспорта. Во время Игр олимпийский парк будет объявлен зоной ограниченного доступа транспортных средств (Low Emission Zone). Доступ в эту зону будет разрешен только автомобилям не старше пяти лет, отвечающим стандарту по выбросам Лондон-2012. Сочи также мог бы – с учетом местной специфики – ввести аналогичные административные ограничения для частных автомобилей, как на территории олимпийских объектов, так и за ее пределами.

#### **Демонстрация технологического прогресса в области альтернативных приводов**

Для автобусного и рельсового транспорта также имеются альтернативные приводы, которые работают от возобновляемых источников энергии или отличаются высокой энергоэффективностью. Производители уже сейчас демонстрируют функциональные и удобные автобусы с гибридными, электрическими и водородными двигателями. В Пекине 400 автобусов работали на природном газе. В 2014 году главный спонсор Олимпиады компания Volkswagen и ее дочерняя компания Scania, занимающаяся производством автобусов, сможет перевозить высокопоставленных гостей из России и других стран на автобусах, работающих, например, на топливных элементах, чтобы привлечь внимание VIP-персон к общественным транспортным средствам с нулевым выбросом.

Однако при небольших расстояниях даже зимой имеются хорошие альтернативы использованию автотранспорта. Как и в Ванкувере, в Сочи можно создать в центре города, в Олимпийской деревне и на территории олимпийских объектов хорошие условия для передвижения пешком и на велосипеде, обеспечив соответствующую инфраструктуру (дорожки, указатели, крытые парковки, павильоны для ожидания и т.п.), что позволит предотвратить выброс многих тонн CO<sub>2</sub>.

**Рекомендация:** сопутствующие мягкие меры в форме курсов обучения экономичному вождению, менеджменту мобильности, а также каршаринга и car2go позволяют реализовать потенциал повышения энергоэффективности. Объявление прилегающих к спортивным сооружениям районов зонами ограниченного доступа транспортных средств (Low-Emission-Zone) подчеркнет экологический характер Олимпийских игр. Регламентация доступа должна подкрепляться соответствующими административными мерами. Помимо этого пилотные проекты (приводы на биогазе, водороде / топливных элементах и электроэнергии) могут усилить экологический характер Олимпийских игр-2014 и продемонстрировать высокий технологический уровень России.

#### 4.9 Меры по сокращению выбросов CO<sub>2</sub> от транспорта на 13%

На рис. 33 показан общий потенциал снижения выбросов CO<sub>2</sub> во время проведения зимней Олимпиады-2014. На приезд-отъезд здесь приходится прилбл. 8%. Еще 5% приходится на оптимизацию местного транспорта. В сумме все меры, описанные выше, смогут уменьшить выбросы CO<sub>2</sub> на 30 000 т CO<sub>2э</sub>кв. (см. рис. 34) (20). Одновременно это влечет за собой потребность в «зеленом» токе – 21 300 МВт·ч, в биогазе / синтетическом природном газе (Bio-SNG) – 2,46 млн. куб.м.

**Указание:** при принятии решений по инфраструктурным инвестициям чрезвычайно трудно дать количественную оценку долгосрочному последующему использованию, поэтому в данном примере расчета оно не учитывалось. Несомненно, это воздействие очень велико по сравнению с изложенными мерами.

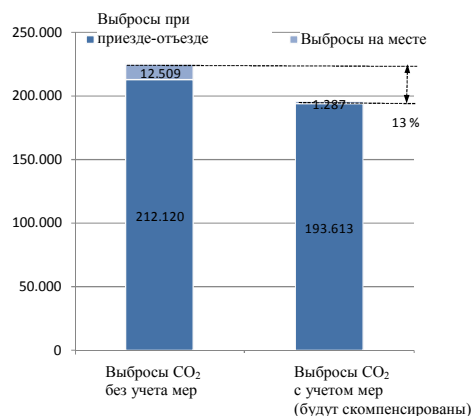


Рис. 33. Выбросы CO<sub>2</sub>, производимые транспортом в ходе зимних Олимпийских игр, без учета и с учетом предложенных мер по повышению энергоэффективности (20)

Стоимость предотвращаемых на транспорте выбросов CO<sub>2</sub> в настоящее время имеет финансовый эквивалент прилбл. 420 000 евро (по состоянию на октябрь 2010: прилбл. 14 евро/тCO<sub>2э</sub>кв.). Неустраненные выбросы CO<sub>2</sub> в количестве прилбл. 200 000 т CO<sub>2э</sub>кв. будут скомпенсированы (см. гл. 5) (20).

### Сокращение выбросов CO<sub>2</sub> путем повышения энергоэффективности концепции приезда-отъезда и использования возобновляемых видов топлива

Наибольшее влияние на сокращение выбросов CO<sub>2</sub> имеют частичный перевод пассажиропотоков при приезде-отъезде с воздушного на железнодорожное сообщение (например, на направлениях Москва – Сочи и Киев – Сочи), перевод олимпийского автопарка на возобновляемые виды топлива, а электроподвижного состава на «зеленый» ток (рис. 34).



Рассматривались следующие меры по улучшению энергоэффективности и сокращению выбросов парниковых газов:

- **приезд-отъезд** при среднем расстоянии 1 250 км (например, из Москвы или Киева): перевод 20% пассажиропотока (прибл. 30 000 человек) с воздушного на железнодорожное сообщение
- использование **энергоэффективного местного транспорта**: автобусы и легковые автомобили на природном газе, гибридная технология
- использование **возобновляемых видов топлива** и «зеленого» тока: 100% автобусов на биогазе, 50% легковых автомобилей на биогазе, «зеленый» ток для приезда-отъезда
- **увеличение степени использования** легковых автомобилей за счет каршеринга и карпулинга: предполагается 3 человека на автомобиль вместо 1,5 по базовому сценарию

Данный расчет выявляет потенциал сокращения выбросов при приезде-отъезде 18 350 т CO<sub>2экв.</sub> (10 640 т за счет перевода части пассажиропотока на ж/д и 7 705 т за счет «зеленого» тока). Основная часть экономии приходится на сокращение выбросов CO<sub>2</sub> от наземного транспорта (не столь критических для парникового эффекта) и выбросов CO<sub>2</sub> от реактивных самолетов на большой высоте (существенно более проблематичных из-за высокого коэффициента радиационного воздействия, RFI). Увеличение степени использования олимпийского и обычного транспорта и приобретение энергоэффективных транспортных средств обеспечивает сокращение выбросов на 380 и 1 160 т CO<sub>2экв.</sub>, соответственно. Поскольку здесь отсутствуют какие-либо корректирующие коэффициенты, то такое сокращение выбросов CO<sub>2</sub> означает пропорциональное уменьшение потребления первичной энергии (например, нефти). Дальнейший потенциал 10 970 т CO<sub>2экв.</sub> содержится в переводе местного транспорта на возобновляемые виды топлива (в т.ч. «зеленый» ток для пригородных поездов).

#### «Зеленый» ток для приезда-отъезда и для регионального транспорта

Электрический ток для работы рельсового транспорта теоретически может быть получен из возобновляемых источников энергии (например, ветровая энергия). Суммарная потребность в энергии приibl. 21 300 МВт·ч будет учтена при планировании производства энергии в главе 5.

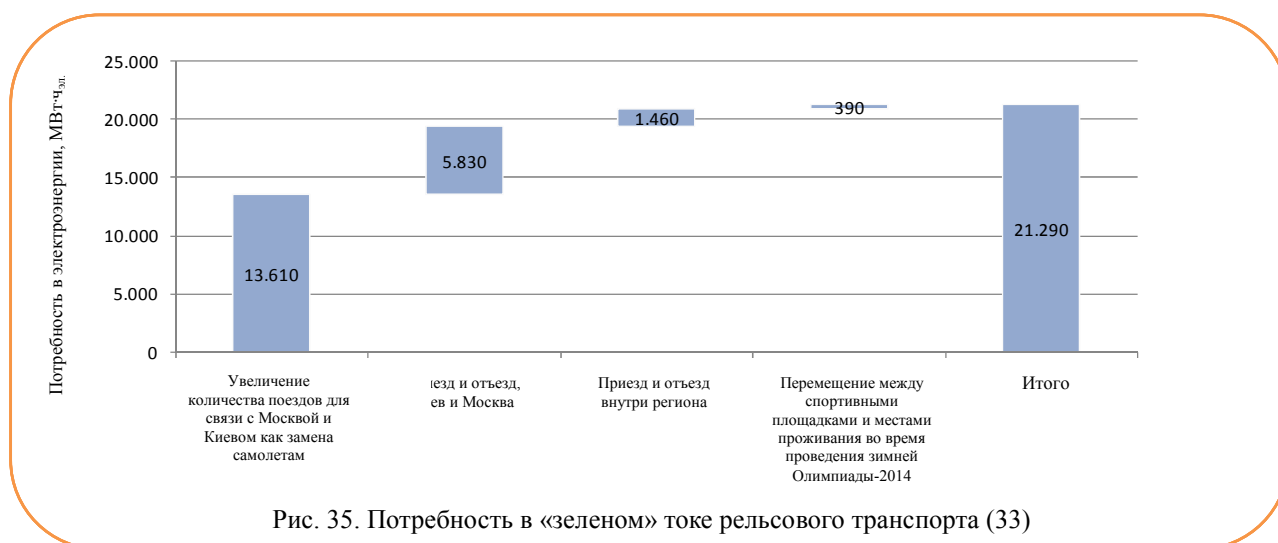


Рис. 35. Потребность в «зеленом» токе рельсового транспорта (33)

#### Выработка биогаза и синтетического природного газа, требуемого для олимпийского транспортного парка, будет происходить на установках, которые продолжают компенсировать выбросы CO<sub>2</sub> и по окончании Олимпийских игр.

Использование приводов на природном газе поможет использовать местное топливо и сократить выбросы CO<sub>2</sub>. Если вместо природного газа использовать биогаз, то выбросы CO<sub>2</sub> будут дополнительно снижены на 70%. Такой сценарий предполагает потребность в биогазе в объеме 2,46 млн. куб.м (0,32 млн. куб.м для легковых автомобилей и 2,14 млн. куб.м – для автобусов). Эта потребность в биогазе и синтетическом природном газе является основой для планирования производства энергии в главе 5.

## 5 Возобновляемые источники энергии

### 5.1 Допущения и объем проведенного анализа

Проект надежной концепции энергоснабжения регионов, городов или даже отдельных зданий требует детальной проработки множества факторов. Помимо экономических рамочных условий, ими, среди прочего, являются: (а) максимально точные сведения о фактической и предположительной потребности в энергии, (b) подробная информация об установленных и планируемых генерирующих мощностях в снабжаемом регионе и (с) в случае использования ВИЭ-технологий – конкретная оценка местного потенциала. Для региона Сочи эти данные доступны лишь ограниченно. Поэтому в рамках концепции энергоснабжения зимних Олимпийских игр-2014 для дальнейшего анализа принимаются следующие допущения:

- Использование возобновляемых источников энергии следует рассматривать как важную меру для достижения цели проведения в Сочи в 2014 году климатически нейтральных Олимпийских игр.
- Предложенные здесь меры и рекомендации по расширенному использованию возобновляемых источников энергии (в период на 2010-2014 годы) ориентированы на технически реализуемые возможности. Экономические аспекты в данном анализе рассматриваются лишь ограниченно.
- Концепция энергоснабжения основывается на предположительных потребностях и потенциалах генерирующих мощностей, определенных экстраполированием имеющихся данных.
- Реализация концепции предполагает привязку результатов к местной инфраструктуре (в особенности к сетям энергоснабжения) и к имеющемуся потенциалу возобновляемых источников энергии.

Практика показывает, что концепции энергоснабжения с использованием возобновляемых источников энергии невозможно стандартизировать. Политические, социоэкономические, географические и технические рамочные условия для использования возобновляемых источников энергии в каждой стране, каждом регионе разные. Авторы настоящего аналитического отчета исходили из того, что социоэкономические рамочные условия являются почти оптимальными, т.к. использование возобновляемой энергии является четко выраженным требованием Федеральной целевой программы и частично также финансируется ею, причем приоритет отдан предотвращению выбросов парниковых газов. Предметом аналитического отчета не является выяснение степени одобрения концепции энергоснабжения населением и ответственными лицами, а также ее реализуемость в местных экономических рамочных условиях. В нем в большей степени показаны технические возможности для использования ВИЭ, имеющиеся в сложившихся в регионе Сочи социогеографических условиях. Руководящий документ Green Champions, подготовленный Федеральным министерством окружающей среды, охраны природы и безопасности ядерных реакторов для больших спортивных мероприятий, определяет основное направление анализа.

## 5.2 Методика

Чтобы рассчитать возможное использование возобновляемых источников энергии для энергоснабжения зимних Олимпийских игр-2014, сначала была определена дополнительная потребность в энергии во время их проведения. Точные прогнозы потребности в энергии на время зимних Олимпийских игр-2014 для настоящего аналитического отчета отсутствовали, поэтому для оценки были привлечены различные документы (34), (35) Оргкомитета «Сочи-2014». Имеющиеся в них данные относятся к росту суммарной электрической нагрузки на период до 2014 года. Сведения об электропотреблении отсутствуют. Также нет данных о дополнительной потребности в тепле и энергии для транспортной инфраструктуры. Эти величины были рассчитаны на основании вышеизложенного и повторно представлены здесь для сопоставления. Исходя из этой обобщенной информации и дополнительных данных, полученных от местных партнеров, дана оценка потребности в энергии во время Олимпиады.

Основополагающая информация о имеющемся в регионе потенциале энергообеспечения из возобновляемых источников энергии была в значительной степени взята из аналитического отчета EU-TACIS (36) по Краснодарскому краю. Кроме того, анализ потенциала для выработки возобновляемой энергии в регионе Сочи был дополнен сведениями, почерпнутыми из специальной литературы, и детально проработан с учетом информации, полученной от местных партнеров. На базе определенного таким образом потенциала с помощью пересчетных коэффициентов из примеров лучшей практики по использованию возобновляемых источников энергии были рассчитаны реализуемые в регионе Сочи генерирующие мощности ВИЭ.

На последнем этапе исследования предварительно определенная потребность в энергии для зимних Олимпийских игр-2014 была сопоставлена с региональным потенциалом по генерации возобновляемой энергии. Здесь также учтено, что энергетическая потребность частично будет покрыта местными уже имеющимися и/или запроектированными установками (на ископаемом топливе или на возобновляемой энергии), а другая ее часть (как и ранее) будет импортироваться из федеральной энергосистемы. Для случаев, когда запроектированные генерирующие мощности (37) базируются не на возобновляемых источниках энергии, исходя из вышеуказанных предполагаемых потенциалов и примеров лучшей практики, определены генерирующие мощности возобновляемой энергии, которые и использованы в расчетах. Таким образом, с учетом местной ситуации указаны подходы для выработки электроэнергии с минимальными выбросами CO<sub>2</sub> на базе возобновляемых источников энергии.

Исходя из данных соображений, в конце главы даны предложения по компенсации энергии, необходимой для зимних Олимпийских игр-2014. Концепция предусматривает длительное покрытие потребности в тепле объектов инфраструктуры, в то время как энергопотребление транспорта, спортивных и туристических сооружений будет скомпенсирована за счет возобновляемых энергетических систем только во время Олимпиады.



Приведенная ниже схема обобщает принципиальный порядок действий:



### 5.3 Исходная ситуация с потреблением и производством энергии.

#### Потребность в электроэнергии в регионе Сочи

Организаторы Олимпиады исходят из устойчивого повышения потребности в электроэнергии Сочи. В преддверии Олимпиады эта потребность постепенно увеличится до 340 МВт<sup>18</sup> (34). Нижеследующая схема поясняет различия в динамике потребности с учетом и без учета зимних Олимпийских игр-2014:

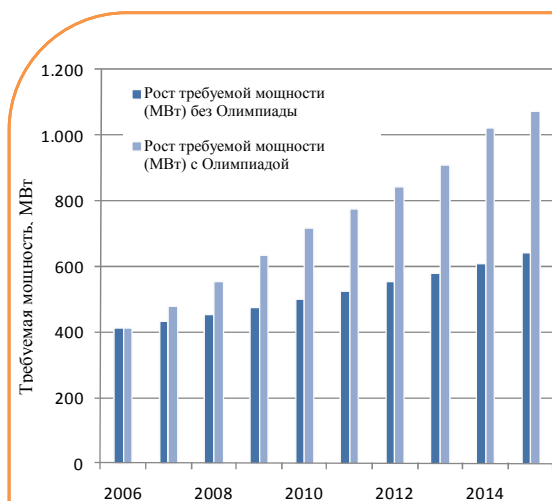


Рис. 37. Прогнозируемый<sup>19</sup> (35) (34) рост требуемой мощности в регионе Сочи

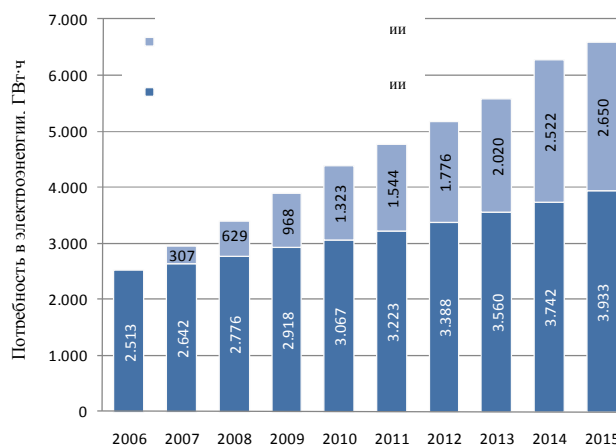


Рис. 38. Прогнозируемый рост общей потребности в электроэнергии

<sup>18</sup> За основу расчета принята прогнозируемая пиковая нагрузка (340 МВт) к началу Олимпиады. Организаторы исходят из повышения потребности на 200 МВт до 2010 г., а затем на 90 – 100 МВт до 2015 г. Эта дополнительная потребность вытекает из реализации Федеральной целевой программы.

<sup>19</sup> Данные по состоянию на год подачи заявки (2006 г.) с прогнозируемым ростом потребности 5,1% в год и обновленные данные Олимпиады (29.05.09)

### **Прогнозируемая потребность зимних Олимпийских игр-2014 в электроэнергии**

Если рассматривать изолированно только указанное выше влияние, вызванное созданием инфраструктуры<sup>20</sup> для зимних Олимпийских игр, то дополнительная потребность в мощности составит в 2014 году около 340 МВт. Отсюда следует, что в течение года максимальная теоретическая потребность в электроэнергии<sup>21</sup> составит прикл. 2 900 ГВт·ч. Т.к. точных данных об ожидаемом графике нагрузки в период проведения игр не имеется, то предполагается, что 70% максимальной теоретической потребности в электроэнергии соответствует реальной потребности. Отсюда вытекает, что реальная потребность в электроэнергии составит ок. 2 000 ГВт·ч в год. При проведении Олимпиады в течение одного месяца<sup>22</sup> ожидается среднемесячная потребность с коэффициентом 1,7 из-за большого количества приезжих и из-за того, что этот месяц (наряду с январем) является самым холодным в году. Т.о. в период проведения зимних Олимпийских игр-2014 ожидаемая дополнительная потребность в электроэнергии составит прикл. 290 ГВт·ч.

### **Потребность зимних Олимпийских игр-2014 в тепловой энергии при реализации стандарта dena**

Общих значений, характеризующих потребность Сочи в отоплении и горячем водоснабжении<sup>23</sup>, не имеется. Для обеспечения максимально климатически нейтрального теплоснабжения Федеральная целевая программа предусматривает замену четырех старых ТЭЦ на четыре блочных и перевод местных муниципальных образований на газ, чтобы исключить использование менее экологичных видов топлива<sup>24</sup> (34).

В главе 3 разработаны сценарии, позволяющие оценить потребность в тепле всего олимпийского комплекса. При внедрении разработанного dena стандарта энергоэффективности II годичную потребность в тепле зданий и сооружений Олимпийского парка можно оценить в 73 ГВт·ч.

В отличие от транспортной концепции dena и от потребности в электроэнергии, которые охватывают только период проведения Олимпиады, эта потребность сохранится в течение всего периода использования новой инфраструктуры зданий. Поэтому в дальнейших расчетах потребность в тепле не ограничена самим периодом проведения игр, а всегда рассматривается как годовая потребность.

### **Потребность в энергии при реализации транспортной концепции dena**

Представленная в главе 4 транспортная концепция Олимпиады исходит из дополнительной потребности 21,3 ГВт·ч электроэнергии из возобновляемых источников и 2,46 млн. нормальных куб. м биогаза, соответствующего по качеству природному.

---

<sup>20</sup> Влияние инфраструктуры: в настоящем анализе потребности в электроэнергии учитывается инфраструктура, которая должна быть создана для проведения зимней Олимпиады-2014 и работу которой необходимо будет поддерживать постоянно.

<sup>21</sup> Теоретически предполагается, что максимальная потребляемая мощность Олимпиады (340 МВт) должна постоянно и полностью покрываться в течение всего года.

<sup>22</sup> Основные допущения: интервал с 07 до 23.02 и с 07 до 16.03. (Паралимпийские игры) 2014 г. длятся 27 дней – в сумме с днями прибытия и отбытия это соответствует одному месяцу.

<sup>23</sup> Справочная информация о рынке теплоэнергетики Российской Федерации: потребность в тепле прикл. 73% населения (92% городского и 20% сельского населения) покрывается централизованным теплоснабжением. При этом доля центральных ТЭЦ (теплоцентрали и котельные) составляет прикл. 71,5%. Доля мини-ТЭЦ достигает 28,5%; при этом речь идет о когенерации. Отводимое при выработке электроэнергии тепло по большей части используется. Т.о. прикл. 65% российских электростанций одновременно являются теплоцентралями. (37)

<sup>24</sup> Спецификаций по тепловым и электрическим мощностям ТЭЦ и по типам газоснабжения не было предоставлено.

### Общая потребность в энергии зимних Олимпийских игр-2014 при реализации концепции энергоснабжения dena

Потребность в электроэнергии для проведения Олимпиады (с учетом влияния Олимпиады на региональную инфраструктуру) была выведена выше, исходя из общей потребности в мощности для Сочи. В противоположность этому теплотребление объектов Олимпийского парка, отвечающих стандарту энергоэффективности II, и дополнительная потребность в энергии для реализации транспортной концепции dena взяты из глав 3 и 4.

Ниже представлен итоговый сценарий потребности в энергии с начала Олимпийских игр:

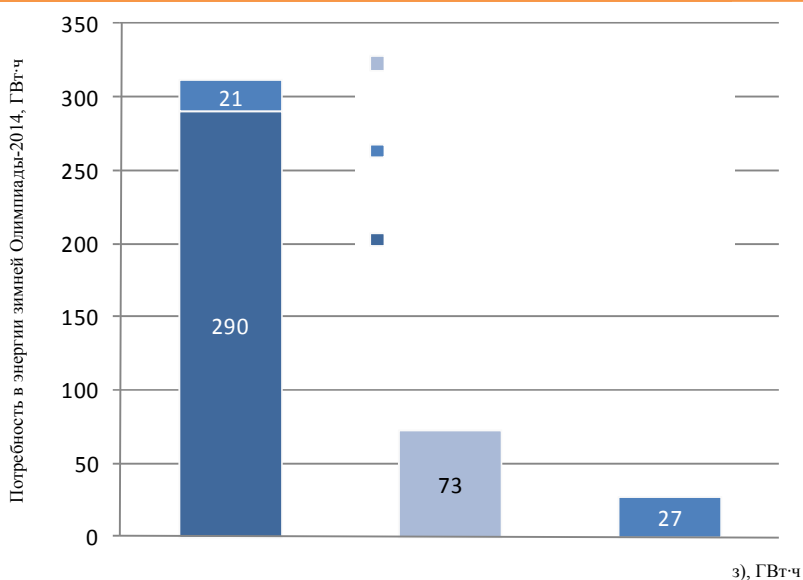


Рис. 39. Сценарий потребности в энергии зимней Олимпиады-2014 при реализации концепций dena

Ниже эта суммарная потребность в энергии будет сопоставлена с региональным потенциалом возобновляемых источников энергии.

#### 5.4 Региональный потенциал для производства возобновляемой энергии

Приведенный ниже анализ имеющегося потенциала служит в качестве ориентира для выработки рекомендаций по производству возобновляемой энергии<sup>25</sup>. На топографической карте представлена западная часть Краснодарского края:

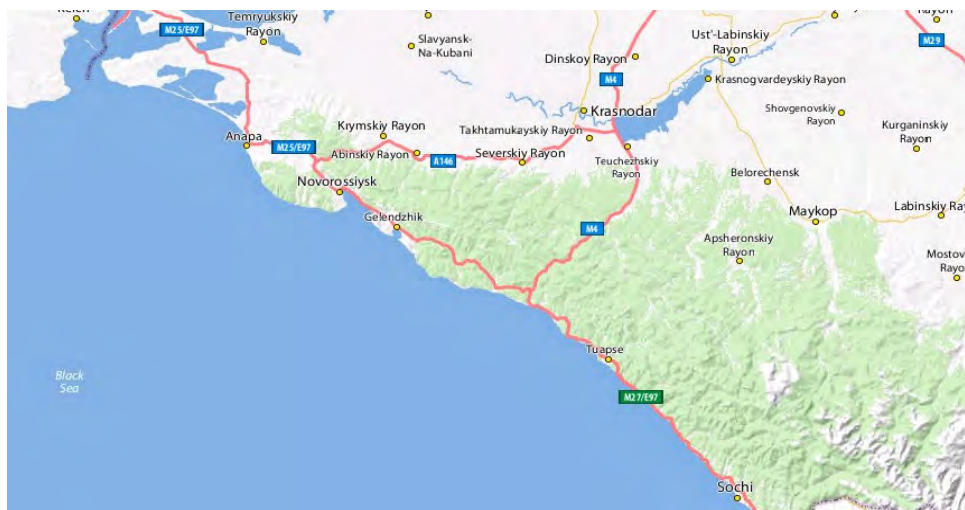


Рис. 40. Топографическая карта прибрежной части Краснодарского края

<sup>25</sup> Хотя имеется существенный потенциал малой гидроэнергетики и приповерхностной геотермии, никаких конкретных данных из этого региона получить не удалось. В Краснодарском крае имеются также геотермические проекты и потенциалы глубокого залегания (температура до 170°C). Геотермический потенциал на юге России составляет прил. 7,8 ГВт эл. Это соответствует прил. 55 ТВт·ч эл./год и 203 ГВт·ч тепл./год. Однако, поскольку эти потенциалы удалены от Сочи более чем на 200 км, то в аналитическом отчете они не учитывались.

Следующая схема систематизирует указанные потенциалы по технологиям, ресурсам и использованию:

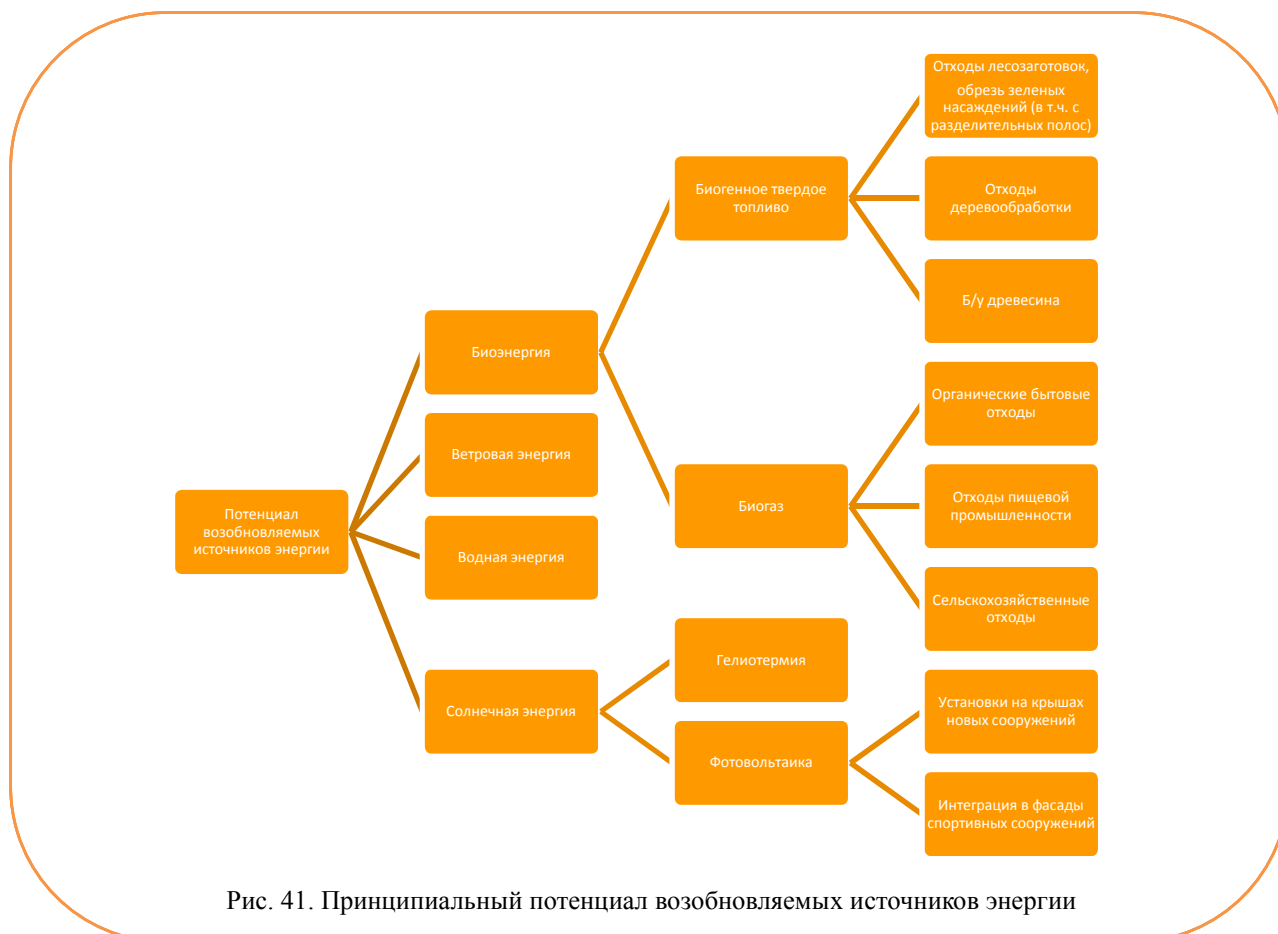


Рис. 41. Принципиальный потенциал возобновляемых источников энергии

## Биоэнергия

Потенциал биомассы будет представлен в весовых единицах. Исходя из описываемых ниже примеров лучшей практики и процессов переработки, эти количества пересчитаны в энергетический потенциал тепловой/электрической энергии.

### Биогенное твердое топливо

Хотя Краснодарский край располагает огромным потенциалом соломы (на него приходится 11% общего федерального производства зерна), реализация этого потенциала в Сочи не представляется возможной из-за протяженности путей транспортировки.

Используемые лесохозяйственные области в регионе Сочи занимают площадь около 21 000 га. Предполагается, что на всей этой площади имеет место регулярное лесопользование. Здесь потенциал для производства

биогенного твердого топлива определялся, исходя только из отходов<sup>26</sup> (38) (39) от лесозаготовок<sup>27</sup> (36) и деревообработки, а также от утилизации б/у древесины<sup>28</sup> (40) и обрезки зеленых насаждений (в т.ч. с разделительных полос, зависимость от площади городской застройки)<sup>29</sup> (40). Указанные количества следует понимать как *технический* потенциал.

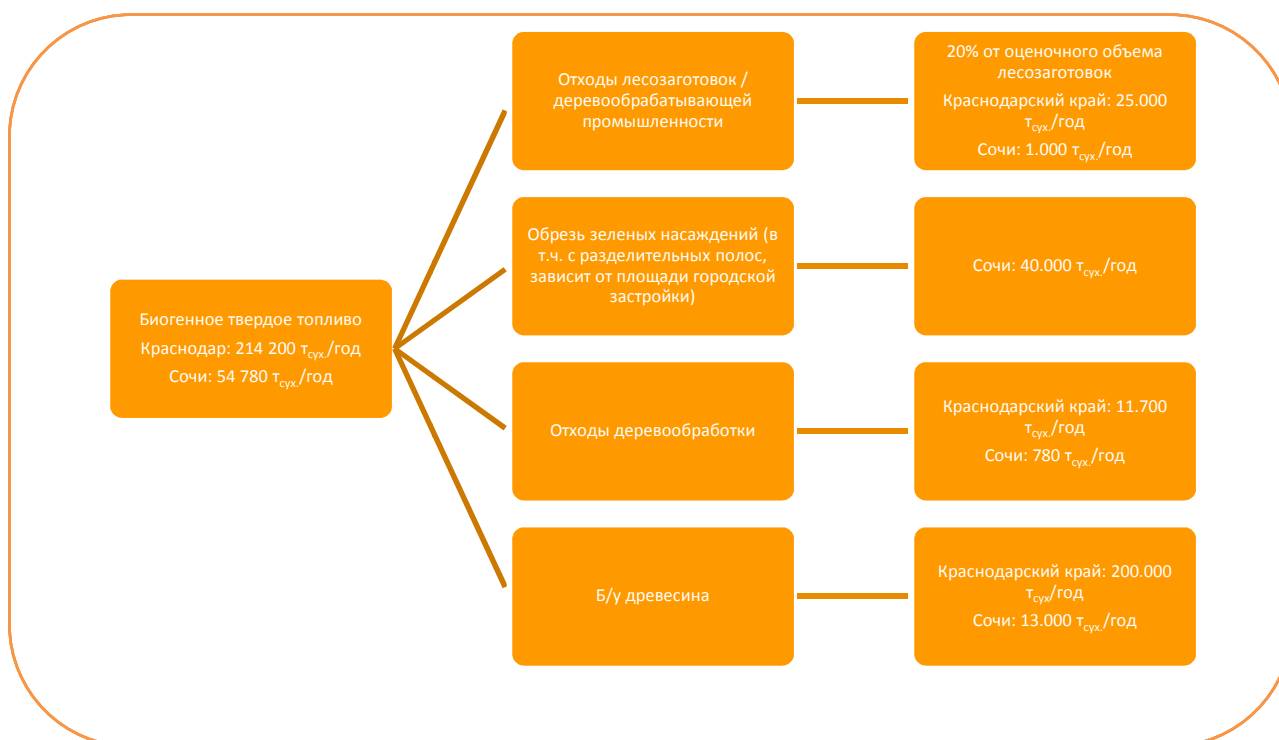


Рис. 42. Технический потенциал биогенного твердого топлива в тоннах сухой массы в год [Тсух./год]

## Биогаз

Наибольший потенциал с точки зрения производства биогаза сконцентрирован на юге России, прежде всего в Ростовской области и в Краснодарском крае. По данным Центра энергосбережения и инновационных технологий в Ростове-на-Дону в этих регионах ежегодно может быть произведено приibl. 24,4 млрд. м<sup>3</sup> биогаза (41).

<sup>26</sup> Прирост и объем были получены из результатов исследования Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO 2006) (38). При этом отходы от лесозаготовок / деревообработки составили в общей сложности 20% мобилизуемого технического потенциала (39).

<sup>27</sup> Авторы аналитического отчета EU-TACIS считают энергетический потенциал от лесов всего Краснодарского края нулевым, что представляется недостоверным при наличии 500 000 га лесных насаждений, появляющихся заводов по производству топливных таблеток и имеющейся деревообрабатывающей промышленности. Сам город Сочи имеет около 21 000 га используемых лесных угодий.

<sup>28</sup> Для них нет конкретных данных. Проведенное в Германии исследование определило среднее поступление б/у древесины 80 – 120 кг/год на душу населения. По данным местных строительных компаний здесь консервативно следует рассчитывать на 0,5 минимального значения для Германии, т.е. 40 кг/год на душу населения.

<sup>29</sup> За основу принят анализ биоэнергетического потенциала на единицу площади в г. Штутгарт. Согласно информации от местных партнеров полученные количественные данные были уменьшены на треть.

Регион Сочи охватывает одну из самых южных областей сельскохозяйственного производства Российской Федерации и выделяется, прежде всего, благодаря разведению субтропических плодов и других высококачественных продуктов полеводства, а также благодаря животноводству и переработке рыбы. Поэтому при определении потенциала не учитывался потенциал от выращивания растений, пригодных для производства энергии, а был учтен только потенциал отходов, поступающих из вышеназванных отраслей. Оценка технического потенциала с указанием количества произведена только для органических бытовых отходов<sup>30</sup> [38], отходов мяскокомбината и сельскохозяйственных отходов, жидкого навоза и растительных остатков<sup>31</sup> [25], т.к. отсутствуют достоверные данные по физическому объему оборота продукции птицеферм и рыбокомбината.

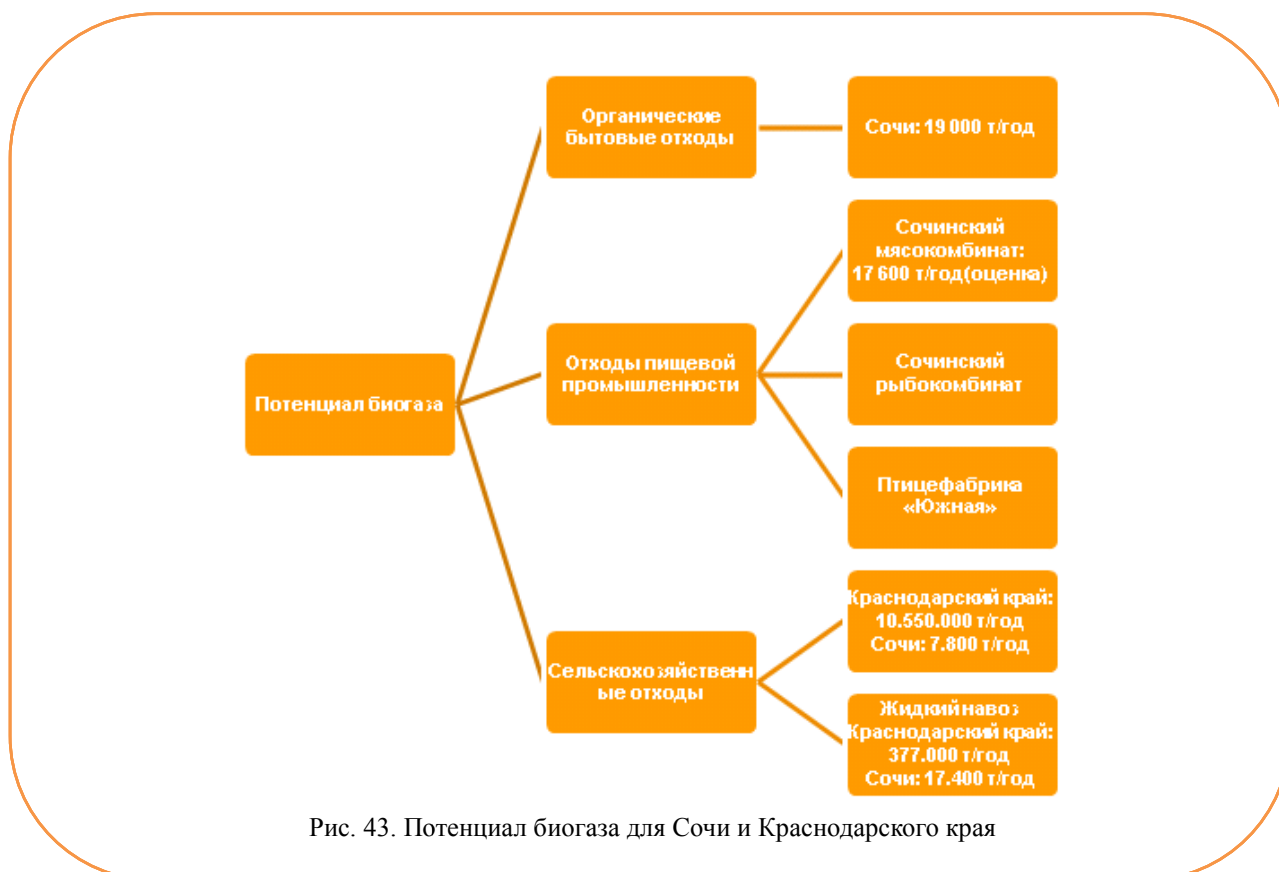


Рис. 43. Потенциал биогаза для Сочи и Краснодарского края

<sup>30</sup> Допущение: состав мусора и отходов в населенных пунктах в соответствии с аналитическим отчетом Европейского агентства по защите окружающей среды (ЕЕА 2007): [http://www.eea.europa.eu/publications/eea\\_report\\_2007\\_3/08\\_Waste.pdf](http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2007_3/08_Waste.pdf) – 250 кг мусора на душу населения, в котором прибл. 35% составляют органические отходы, но лишь 50% из них, т.е. 62,5 кг на душу населения в год, считаются пригодными для использования.

<sup>31</sup> Потенциал жидкого навоза и растительных остатков по оценке на основе аналитического отчета EU-TACIS.

## **Ветровая энергия**

Технический потенциал ветровой энергии только на прибрежной части Краснодарского края оценивается в 800-1 150 МВт (42), а общий технический потенциал – в 1 500 МВт (43).

Для региона Сочи характерна значительно более низкая скорость ветра (44), т.к. Сочи расположен с подветренной стороны Кавказа. Среднегодовая скорость ветра составляет 4,54 м/с. Такая малая скорость делает реализацию ветряными установок в Большом Сочи с сегодняшней точки зрения неперспективной. Поэтому в аналитическом отчете возможность выработки ветровой электроэнергии рассмотрена только на конкретном примере ветропарка в Анапе (прибл. 250 км к северу от Сочи).

## **Водная энергия**

Россия располагает гигантским гидроэнергетическим потенциалом, который, однако, до сих пор используется главным образом лишь на крупных гидроэлектростанциях. Доля малых гидроэлектростанций в общем производстве электроэнергии в настоящее время составляет прибл. 0,3%, что соответствует 2,2 тераватт-часам (ТВт·ч) в год. Технический потенциал малых гидроэлектростанций в России оценивается в 1 105,6 ТВт·ч в год.

На юге России планируется построить 18 гидроэлектростанций мощностью от 25 до 100 МВт<sup>32</sup>.

С возведением двух новых электростанций потенциал для строительства средних и крупных гидроэлектростанций для Сочинского энергоузла на данный момент полностью исчерпан: в настоящее время строится каскад ГЭС в верхнем течении реки Мзымта мощностью 128 МВт и Краснополянская ГЭС-2 мощностью 33 МВт.

На момент составления настоящего аналитического отчета отсутствовали данные о техническом потенциале для строительства малых гидроэлектростанций в регионе Сочи. По сведениям из региона в этой области не имеется актуальных исследований. Поэтому в дальнейшем использование водной энергии упоминается только в рамках рекомендаций на основе лучшей практики.

---

<sup>32</sup> Сравни. данные Торгово-промышленной палаты России (ТПП РФ)



## Солнечная энергия

В Российской Федерации найдется немного мест, которые получают столько солнечного излучения, как Сочи. Солнечная радиация (горизонтальная инсоляция) в Сочи составляет 1 281 кВт·ч/м<sup>2</sup>·год.

В отличие от суммарного теоретического потенциала солнечной энергии для Сочи здесь представлен только технический потенциал новых сооружений Олимпийского парка<sup>33</sup>. Одни только эти сооружения имеют крышу площадью около 2 млн. кв.м. Если исходить из того, что 25% этих площадей имеют оптимальное расположение крыши (на юг), из которых 80% пригодны для установки модулей или коллекторов, то в результате получаются приibl. 0,4 млн. кв.м полезной площади. При расчете потенциала авторы исходили из того, что приibl. 0,2 млн. кв.м этой полезной площади крыши могут быть оборудованы фотоэлектрическими<sup>34</sup> (45) и солнечными тепловыми установками<sup>35</sup>:

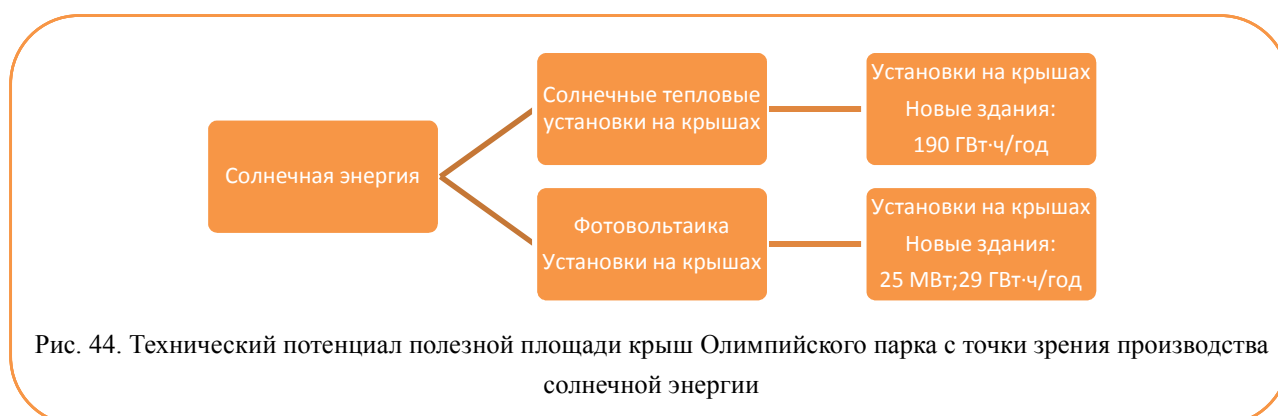


Рис. 44. Технический потенциал полезной площади крыш Олимпийского парка с точки зрения производства солнечной энергии

<sup>33</sup> Планы свободной поверхности крыши и анализ материалов, образующих конструкцию зданий и сооружений, не были предоставлены.

<sup>34</sup> Допущение по программному обеспечению Quasching см. приложение

<sup>35</sup> Допущение относительно солнечного излучения и новых коллекторов – 400 кВт·ч/(м<sup>2</sup>·год)

## **5.5 Передовой практический опыт, пути использования и рекомендации по производству возобновляемой энергии в регионе Сочи**

Исходя из того, что в фокусе настоящего аналитического отчета находятся техническая возможность реализации и максимальное предотвращение выбросов парниковых газов, ниже даны соответствующие рекомендации. Основой для рекомендаций по производству энергии для зимних Олимпийских игр-2014 стали примеры использования (лучшая практика), которые в значительной степени переносимы на условия (в т.ч. на выявленные выше потенциалы) в Сочи. Для использования ветровой и геотермальной энергии примеры лучшей практики не приводятся, т.к. эти виды энергии достигают достаточного технического потенциала лишь на значительном удалении от Сочи. Гидроресурсы, как упомянуто выше, в настоящее время уже в значительной мере используются объектами большой гидроэнергетики. Поэтому аналитический отчет ограничивается рекомендациями по использованию малой гидроэнергетики.

### **Биоэнергия**

В настоящее время в России биоэнергия считается важнейшим альтернативным источником энергии. В ближайшие годы Российская Федерация намерена значительно расширить производство биоэнергии путем использования твердой, жидкой и газообразной биомассы.

### **Пути использования биоэнергии в Сочи**

Нижеприведенная схема предлагает краткий обзор возможных потоков материала и энергии для производства возобновляемой энергии для зимних Олимпийских игр-2014 и в постигровой период.

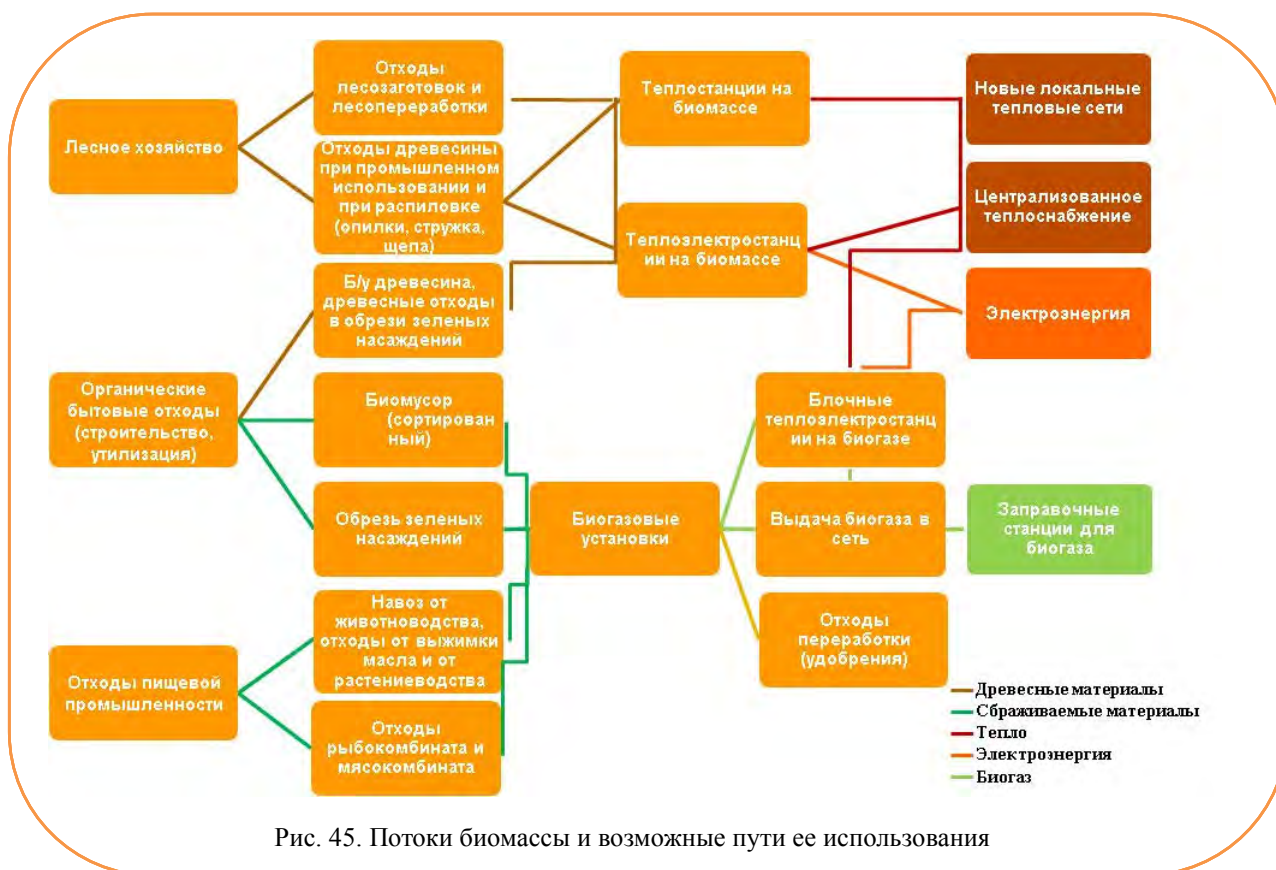


Рис. 45. Поток биомассы и возможные пути ее использования

Долговременная биоэнергетическая стратегия призвана обеспечить наличие биомассы для отдельных путей ее использования в течение всего горизонта планирования.

Необрабатываемые сельскохозяйственные площади (на долю которых в России приходится 15%) могут использоваться для выращивания растений, пригодных для выработки энергии. Однако нередко в Германии оказывается, что общественное обсуждение такого использования может доходить до отклонения отдельных биоэнергетических проектов, что несет в себе опасность огульного неприятия биоэнергии. Тем не менее, необрабатываемые площади в Российской Федерации представляют собой большой потенциал, прежде всего, для производства биотоплива. В регионе Сочи использование плодородных (благодаря климатическим условиям) сельскохозяйственных площадей естественным образом сконцентрировано на производстве продуктов питания.

Поэтому для производства биоэнергии в настоящем аналитическом отчете делается однозначный выбор в пользу переработки отходов пищевой промышленности и собираемого мусора.

Примеры лучшей практики	Описание	Сложившаяся ситуация в Сочи	Рекомендация	Потребление	Производство <small>кое</small>
<p>Б/у и свежая древесина для тепловой и электрической энергии: Теплоэлектроцентраль в Дрездене (Саксония)<sup>36</sup></p>	<p>Установка рассчитана на ежедневный прием 12 грузовых автомобилей с древесными отходами объемом 100 м<sup>3</sup>. Длительный эксплуатационный период обеспечивает экономичную эксплуатацию мусоросжигательной установки, перерабатывающей б/у древесину. Очистка дымовых газов происходит стандартным сухим способом, который отличается высокой степенью улавливания. Отвод дымовых газов происходит через имеющуюся дымовую трубу высотой 130 м.</p>	<p>Б/у древесину, оставшуюся после строительства и сноса зданий, а также обрезь зеленых насаждений утилизируют вместе с мусором без сортировки.</p> <p>Отходы лесной и деревообрабатывающей промышленности до настоящего времени не используются.</p>	<p>По новой концепции управления потоками материалов строительные отходы, загрязненную б/у древесину, обрезь зеленых насаждений будут накапливать и направлять на установку соответствующей производительности. Биомасса будет использована на месте в процессе когенерации. Электроэнергия и тепло будут выдаваться в имеющуюся электросеть и, соответственно, в сеть централизованного отопления.</p>	<p>Всего: прибл. 54 000 т<sub>сух.</sub>/год (б/у древесина прибл. 13 000 т<sub>сух.</sub>/год; древесные отходы в обрезь зеленых насаждений 40 000 т<sub>сух.</sub>/год; Отходы лесной и деревообрабатывающей промышленности прибл. 1 800 т<sub>сух.</sub>/год)</p>	<p><b>6,7 МВт<sub>эл.</sub></b> <b>прибл. 47 ГВт·ч<sub>эл.</sub>/год</b>  <b>14 МВт<sub>тепл.</sub></b> <b>98 ГВт·ч<sub>тепл.</sub>/год</b></p>
<p>Отходы мясокомбината – в тепло и электроэнергию: Биогазовая установка (место расположения: Никосия / Кипр)<sup>37</sup></p>	<p>В Никосии на Кипре в 2007 году немецкий производитель ввел в эксплуатацию биогазовую установку, работающую полностью на отходах мясокомбината. Блочная теплоэлектростанция преобразует произведенный биогаз в электроэнергию и тепло.</p>	<p>В Сочи отходы мясокомбината до сих пор отправляют на свалку, что загрязняет окружающую среду и связано с большими затратами.</p>	<p>Отходы мясокомбината, а также отходы птицеферм и рыбокомбината будут проходить гигиеническую обработку в непосредственной близости от мясокомбината и поступать в ферментёр. Послевключенная блочная теплоэлектростанция будет вырабатывать из биогаза электроэнергию, которая поступит в местную сеть (и частично будет использоваться для эксплуатации станции), и тепло для отопления близлежащих зданий.</p> <p>Отходящее тепло может быть также использовано для работы холодильного оборудования мясокомбината.</p>	<p>17 600 т/год<sup>38</sup>, отходы мясокомбината</p>	<p><b>1,2 МВт<sub>эл.</sub></b> <b>6,9 ГВт·ч<sub>эл.</sub>/год</b>  <b>1,4 МВт<sub>тепл.</sub></b> <b>8,2 ГВт·ч<sub>тепл.</sub>/год</b></p>
<p>Навоз и отходы – в электроэнергию и тепло: биогазовая установка в городе Буковец</p>	<p>Биогазовая установка, построенная в 2009 году в г. Буковец, перерабатывает в год 7 400 т кукурузного силоса и 13 900 т жидкого</p>	<p>В регионе Сочи в настоящее время нет установки, перерабатывающей навоз. Образующийся твердый и жидкий навоз выводят на поля</p>	<p>Крупные животноводческие предприятия могут подвергать жидкий навоз брожению (ферментации) и использовать для</p>	<p>Жидкий и твердый навоз 17 600 т/год  Сельскохозяйственные отходы</p>	<p><b>0,5 МВт<sub>эл.</sub></b> <b>3,3 ГВт·ч<sub>эл.</sub>/год</b></p>

<sup>36</sup> Seeger Engineering см. в приложении.

<sup>37</sup> WELtec BioPower® описание установки в приложении

<sup>38</sup> На Кипре: 1 500 т отделенного жира, 1 500 т крови, 1 800 т содержимого желудка (саиной), 4 000 т отходов мясокомбината. В Сочи следует исходить из, по меньшей мере, в два раза большего количества отходов в соответствии с определенным выше потенциалом. Принято 6 000 рабочих часов в год.

(Чехия) (47)	коровьего навоза.	или утилизируют другим способом. Т.о. содержащийся в жидком навозе метан попадает непосредственно в атмосферу.	получения энергии. Дополнительно возникающие и мобилизуемые сельскохозяйственные отходы (ок. 8 000 т в год) можно сбраживать вместе с жидким навозом в качестве побочного субстрата. Электроэнергия будет выдаваться в сеть, возникающее тепло по большей части будет использоваться для отопления сельскохозяйственных предприятий и для сушки отходов сбраживания (заменители минеральных удобрений). Определенная часть требуется для эксплуатации самой установки <sup>39</sup> .	8 000 т/год	0,5 МВт <sub>тепл.</sub> 3,3 ГВт·ч <sub>тепл.</sub> /год
--------------	-------------------	--	---	-------------	--

### Примеры лучшей практики: биоэнергия из отходов

К 2014 году Сочи как олимпийский город взял на себя обязательство реализовать концепцию «ноль отходов». Помимо ожидаемого во время Олимпиады объема мусора в 3 000 т, строительная деятельность приведет к образованию 500 000 м<sup>3</sup> отходов (46). Описанные выше пути использования имеющегося потенциала выявляют возможность переработки и других отходов:

<sup>39</sup> Допущение: несмотря на более значительные используемые количества, расчетный выход биогаза на установке в Сочи составит только 80%, т.к. на ней придется использовать менее ценные бродильные субстраты (например, кукурузный силос). Кроме того, при расчете авторы исходили из 6 500 рабочих часов вместо планируемых в Буковице 8 000 рабочих часов в год.

Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014

Примеры лучшей практики	Описание	Сложившаяся ситуация в Сочи	Рекомендация	Потребление	Производство
Мусор и отходы пищевой промышленности – в биогаз: биогазовая установка в Альтенштадте (48)	Биогазовая установка в Альтенштадте (Шонгау) введена в эксплуатацию в 2001 году. Эта установка перерабатывает промышленные отходы в биогаз. К промышленным отходам относятся продукты с истекшим сроком годности, отходы сыроварен и молочных заводов, отходы мясокомбината и биоотходы. Эти отходы поставляют предприятия региона. Выработка биогаза к концу 2009 года составила 1 200 куб.м/час. С середины 2009 года биогаз выдается в сеть природного газа.	В Сочи спроектированный мусороперерабатывающий завод, позволяющий перерабатывать часть образующихся отходов.  Допущение: завод сортирует поступающий мусор и термически перерабатывает неорганический материал – материалы, подлежащие сбраживанию, отделяют для ферментации.  Обрезь зеленых насаждений до сих пор утилизируют, сбрасывая на свалки или в реки.	Централизация потоков органических отходов вблизи нового мусоросжигательного завода.  Строительство биогазовой установки небольших размеров, использующей прочие отходы промышленности и садово-паркового хозяйства. Подача биогаза на газозаправочные станции для эксплуатации автомобильного транспорта.  Образующиеся 600 т удобрений в год могут быть использованы для нужд сельского хозяйства.	Может быть использовано 19 000 т/год биоотходов (включая обрезь зеленых насаждений) и отходов плодово-овощных баз, которые оценивают в 2 000 т/год <sup>40</sup> .	<b>400 Нм<sup>3</sup>/час</b> <b>2,6 млн. Нм<sup>3</sup>/год</b>  <b>(синтетический природный газ, 11,1 кВт·ч/Нм<sup>3</sup>)</b>
Общая биоэнергия	<b>Электроэнергия:</b>				<b>51,1 ГВт·ч<sub>эл.</sub></b>
	<b>Тепло:</b>				<b>109,5 ГВт·ч<sub>тепл.</sub>/год</b>
	<b>Биогаз:</b>				<b>2,6 млн. Нм<sup>3</sup>/год</b>

Табл. 10. Рекомендации на основе примеров лучшей практики по биоэнергии

## Водная энергия

Использование водной энергии является традиционным для региона Сочи. На нее приходится большая часть запроектированных в Сочи генерирующих мощностей. Ниже рассмотрены перспективы развития существующих концепций.

<sup>40</sup> Как указано выше, эти потенциалы из-за недостатка информации оценены лишь чисто теоретически. Перед проектированием необходимо получить фактические данные.

Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014

Примеры лучшей практики	Описание	Сложившаяся ситуация в Сочи	Рекомендация
<b>Технология «Прометей»</b>	<p>Малые гидроэлектростанции требуют высоких инвестиционных затрат в расчете на установленную мощность и в большинстве случаев зависят от дотаций. Однако экологические преимущества, в среднем 6 000 рабочих часов в год и нетто-кпд 65-88% делают такие установки привлекательными, прежде всего, в областях с высокими требованиями к защите земельных и водных ресурсов.</p> <p>ОАО «Дагестанская региональная генерирующая компания» стала первым российским предприятием, занявшимся проектированием и строительством малых гидроэлектростанций. Помимо прочего «ДРГК» разработала экономичный гидрогенераторный модуль мощностью 600 кВт по технологии «Прометей». Разработка стандартного модуля позволила значительно снизить производственные и строительные затраты, а также уменьшить время проектирования с нескольких лет до четырех месяцев.</p>	<p>Небольшой гидроэнергетический потенциал имеется на склонах Северного Кавказа, но он недостаточно изучен. В буферной зоне соседнего биосферного заповедника «Северный Кавказ» имеется потребность в экологичной и не нарушающей ландшафт выработке энергии, в том числе для того, что снизить использование дизельных агрегатов (в удаленных от сети регионах).</p>	<p>Рекомендуется провести систематизированное изучение потенциала малых гидроэлектростанций в регионе и использовать его с учетом экологической совместимости (49). При этом технология «Прометей» может обеспечить недорогое и легко планируемое использование этого потенциала.</p>

Табл. 11. Рекомендации на основе примеров лучшей практики по водной энергии

## Солнечная энергия

Использование солнечной энергии и ее непосредственное преобразование в электроэнергию (с помощью фотоэлектрических модулей) и тепло (с помощью солнечных тепловых коллекторов) или косвенное преобразование в электроэнергию (с помощью технологии Concentrated Solar Power – «концентрированной солнечной энергии») на сегодняшний день является техническим стандартом. Вышеописанный потенциал солнечной энергии делает Сочи привлекательным местом для внедрения этих технологий. Строительная деятельность в преддверии зимней Олимпиады-2014 обеспечивает экономичность установки солнечных коллекторов и фотоэлектрических модулей, т.к. осуществлять это на новых сооружениях значительно дешевле. Поэтому ниже исследуются возможности установки модулей / коллекторов только на площади вновь построенных крыш.

Одной из целей, указанных в Заявочной книге, было использование солнечной энергии. Предполагаемые потенциалы показывают, что даже прилб. половины полезной площади вновь построенных крыш может быть достаточно для теплоснабжения всех новых сооружений посредством солнечных тепловых установок (при соответствующих объемах гидроаккумуляторов). Оставшиеся 50% полезной площади крыш можно использовать для фотоэлектрических модулей большого размера, которые могут стать примером для распространения в Российской Федерации. В пользу целесообразности их установки в Сочи говорит то, что крупнейший российский производитель модулей, ООО «Солнечный ветер», располагается в г. Краснодар (50).

Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014

Примеры лучшей практики	Описание	Сложившаяся ситуация в Сочи	Рекомендация	Потребление	Производство
Фотоэлектрическая установка на стадионе «Майнц 05» (51)	<p>Одна из крупнейших в Германии солнечных электрических установок, размещенная летом 2004 года на футбольном стадионе, сделала этот стадион еще и экологически чистой электростанцией. Фотоэлектрическая установка на крыше южной трибуны имеет пиковую мощность около 240 кВт и в год производит прибл. 215 МВт·ч электроэнергии. Эксплуатацией установки занимаются частные инвесторы, а также муниципальная генерирующая компания Mainz AG.</p>	<p>Фотоэлектрические установки на крышах в последнее время внедряются как альтернативные источники электроэнергии в местностях, удаленных от линий электропередачи. Так в середине сентября 2009 года Министр транспорта РФ Игорь Левитин принял участие в торжественной церемонии пуска в эксплуатацию автозаправочной станции, оборудованной системой автономного энергоснабжения на базе фотоэлектрической установки.</p>	<p>Дальнейшее формирование сознания необходимости размещения фотоэлектрических установок на крышах новых построек, особенно престижных зданий.</p> <p>Публичная презентация производимой мощности, работы и сокращения выбросов CO<sub>2</sub> в качестве демонстрации полезности самого широкого интегрированного применения фотоэлектрических установок в Российской Федерации.</p> <p>Фотоэлектрические установки большой площади на крышах возводятся по тому же образцу, что и на стадионе.</p> <p>На крышах меньших зданий могут быть размещены модули ООО «Солнечный ветер».</p>	<p>Установка 28,8 МВт на площади крыши прибл. 200 000 кв.м.</p>	<p><b>28,8</b> <b>МВт<sub>эл.</sub></b></p> <p>прибл. <b>32</b> <b>ГВт·ч<sub>эл.</sub>/Год</b></p>



Примеры лучшей практики	Описание	Сложившаяся ситуация в Сочи	Рекомендация	Потребление	Производство
Солнечные батареи позволят отапливать и охлаждать один из этажей электротехнического колледжа в Ростове-на-Дону Южно-Российского государственного университета экономики и сервиса (52)	<p>На здании электротехнического колледжа шахтинского ЮРГУЭС была смонтирована первая в Ростове-на-Дону «солнечная крыша».</p> <p>Эта установка представляет собой поле 40 кв. м с прямоточными воздушными коллекторами, которые поддерживают отопление в помещениях. Другая панель площадью 40 кв.м «классических» жидкостных солнечных коллекторов в летний период снабжает электроэнергией адсорбционную холодильную машину для климатизации помещений, а в холодное время года поддерживает имеющуюся отопительную систему. Установка была сконструирована при активном участии студентов электротехнического колледжа.</p>	<p>Ситуация с теплоснабжением в России выглядит очень проблематичной: износ отопительных систем составляет в настоящее время 50-70%, потери энергии достигают 40%. В процессе стремительного развития строительной индустрии, который наблюдается уже в течение многих лет, к сети отопления подключались все новые и новые дома. Соответствующее расширение сети трубопроводов уже давно не покрывает расходов.</p> <p>В Сочи используются солнечные тепловые установки, однако их возможности еще далеко не исчерпаны.</p>	<p>Использовать поверхность крыш новых сооружений в Олимпийском парке для демонстрации комбинированных отопительных и климатических установок, работающих на солнечной энергии.</p> <p>Целью является в долгосрочной перспективе сделать внедрение этих установок стандартом при строительстве больших зданий.</p> <p>Следует как можно шире планировать использование солнечных коллекторов на крышах новых сооружений. Это позволит сэкономить на строительных материалах и одновременно максимально полезную</p>	Установка солнечных коллекторов на площади крыши прилб. 200 000 кв.м.	<b>80</b> ГВт·ч <sub>тепл.</sub> /год

Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014

<p>Крыша с солнечным коллектором (53)</p>	<p>Размеры солнечного коллектора, устанавливаемого на крыше, могут быть различными, а по своей форме он может быть подогнан к конструкции здания и/или крыши. Благодаря образованию водоотводящей поверхности в виде столбчато-ригельной системы, включая внутренний дренаж, а также дополнительный уровень аварийного удаления воды достигается высокая степень надежности и герметичности.</p> <p>Многочисленные примеры проектов показывают возможность гармонично соединить со зданием коллекторные панели на двухскатных крышах, домах рядовой застройки, многоквартирных домах высокой этажности с односкатными и плоскими крышами, а также реализовать их как отдельно стоящие. При этом помимо индивидуальных размеров возможны также специальные решения деталей, прежде всего, это устройства для удержания снега, встроенные в крышу окна и особые варианты прокладки трубопроводов или обрамления коллекторной панели.</p>	<p>По сведениям, полученным на местах, установки климатизации больших зданий вызывают огромные расходы на электроэнергию.</p> <p>О солнечных климатических установках информация отсутствует.</p> <p>Заявочная книга предусматривает концепцию встроенных в здания солнечных установок.</p>	<p>площадь для получения солнечной тепловой энергии.</p>		
<p>Общая солнечная энергия</p>					<p>28,8 ГВт·ч<sub>эл.</sub>/Г од</p> <p>80 ГВт·ч<sub>тепл.</sub> /год</p>

Табл. 12. Рекомендации на основе примеров лучшей практики по солнечной энергии

## 5.6 Обобщение рекомендаций на основе примеров лучшей практики: ВИЭ-энергодом Сочи

Описанные примеры лучшей практики и рекомендации показали пути для освоения возобновляемых источников энергии в регионе Сочи при наличии технического потенциала и политической воли для его реализации. Ниже лучшие практики обобщены в «ВИЭ-энергодом Сочи», чтобы затем сопоставить их с различными сценариями энергоснабжения зимних Олимпийских игр-2014.

Энергия	Технология	Потребление	Обозначение	Производство (энергия в год)
Биоэнергия	Теплоэлектростанция на биомассе (когенерация)	Б/у древесина, древесина из обрезки зеленых насаждений, древесные отходы промышленности и лесозаготовок: 54 000 т/год	ВИЭ-теплоэлектростанция на биомассе (остатки древесины)	прибл. 47 ГВт·ч <sub>эл.</sub> /год 98 ГВт·ч <sub>тепл.</sub> /год
	Биогаз (когенерация)	Отходы Сочинского мясокомбината: 17 600 т/год	ВИЭ-биогаз I (отходы мясокомбината)	6,9 ГВт·ч <sub>эл.</sub> /год 8,2 ГВт·ч <sub>тепл.</sub> /год
	Биогаз (выдача в сеть)	Биогенные отходы (органические бытовые отходы, обрезь зеленых насаждений): 19 000 т/год	ВИЭ-биогаз II (мусор)	2,6 млн. Нм <sup>3</sup> /год (= 29 ГВт·ч топлива)
	Биогаз (когенерация)	Жидкий навоз и сельскохозяйственные отходы 25 400 т/год	ВИЭ-биогаз III (жидкий навоз)	3,3 ГВт·ч <sub>эл.</sub> /год 3,3 ГВт·ч <sub>тепл.</sub> /год
Солнечная энергия	Фотоэлектрические установки на крышах	Установка 28,8 МВт на крышах Олимпийского парка площадью прибл. 200 000 кв.м.	ВИЭ-фотовольтаика Олимпийский парк	прибл. 32 ГВт·ч <sub>эл.</sub> /год
	Солнечные тепловые установки на крышах	Установка солнечных коллекторов на крышах Олимпийского парка площадью прибл. 200 000 кв.м.	ВИЭ-гелиотермия Олимпийский парк	80 ГВт·ч <sub>тепл.</sub> /год
Всего			<b>Электроэнергия Тепло Топливо (биогаз)</b>	<b>86 ГВт·ч<sub>эл.</sub>/год 186 ГВт·ч<sub>тепл.</sub>/год 2,6 млн. Нм<sup>3</sup>/год (= 29 ГВт·ч)</b>

Табл. 13. ВИЭ-энергодом Сочи

На диаграмме этот энергопарк можно представить следующим образом<sup>41</sup>:

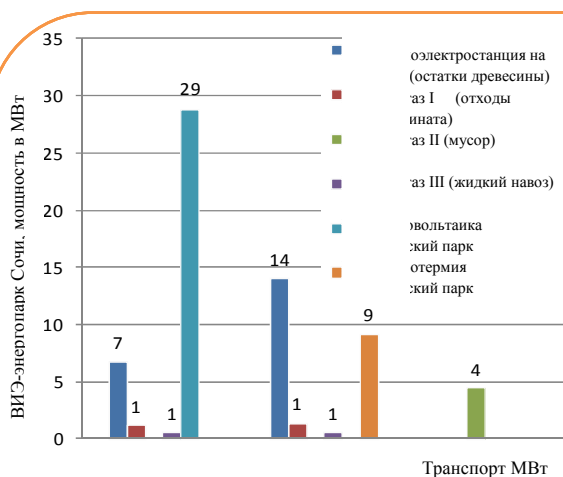


Рис. 46. Генерирующие мощности ВИЭ-энергопарка Сочи, МВт

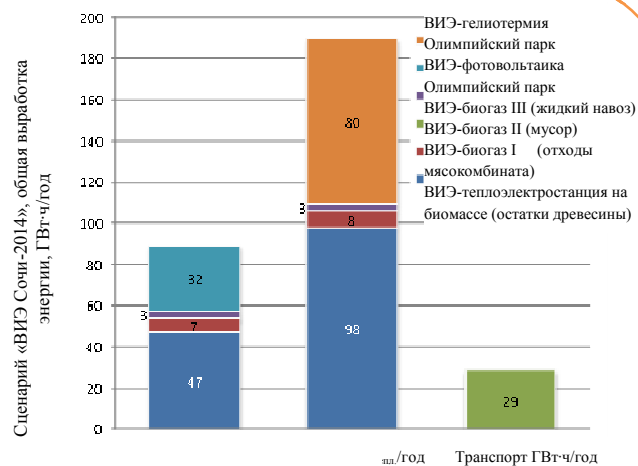


Рис. 47. Общая выработка энергии ВИЭ-энергопарком Сочи, ГВт-ч/год

## 5.7 Концепция энергоснабжения зимних Олимпийских игр-2014

Организаторы Олимпиады и ответственные политики, подавая заявку на проведение зимних Олимпийских игр-2014, высказались за использование местных возобновляемых источников энергии. Исходя из данной постановки задачи и положений руководящего документа Green Champions ниже представлены сценарии энергоснабжения зимних Олимпийских игр-2014. При этом запланированный в настоящее время сценарий энергоснабжения Сочи был сопоставлен с теоретически возможным сценарием энергоснабжения «ВИЭ Сочи-2014».

Чтобы покрыть определенную выше дополнительную потребность в энергии на период проведения Олимпиады, в регионе будут приняты различные меры. Они включают в себя массированное расширение имеющихся генерирующих мощностей, а также расширение и модернизация передающих мощностей путем строительства трансформаторных подстанций в Краснодарском крае и Сочи.

### Имеющиеся и проектируемые генерирующие мощности в Сочи

После победы сочинской заявки на проведение зимних Олимпийских игр-2014 отмечается значительное расширение генерирующих мощностей. Если до 2005 года регион Сочи на 75% зависел от импорта энергии, то

<sup>41</sup> Тепловая мощность ВИЭ-биогаза III (жидкий навоз) здесь не учитывалась, т.к. авторы исходили из наличия стока тепла при комбинированной выработке электрической и тепловой энергии на месте (см. передовой практический опыт).

к 2014 году собственная выработка энергии в этом регионе удвоится и составит прилб. 700 МВт<sup>42</sup>. Начиная с 2014 года, вновь построенные и запроектированные генерирующие мощности будут покрывать прилб. 80% общей потребности в энергии<sup>43</sup>.

Энергия	Технология	Обозначение
Природный газ	Блочная теплоэлектростанция (парогазотурбинная), работающая на природном газе	Сочинская ТЭС-1
		Сочинская ТЭС-2
	Природный газ (парогазотурбинная теплоэлектростанция)	Адлерская ТЭС-1 и -2
Водная энергия	Крупная гидроэлектростанция	Сочинские гидроэлектростанции
	Средняя гидроэлектростанция	Краснополянская ГЭС-2

Табл. 14. Запланированный парк электростанций к Олимпиаде-2014

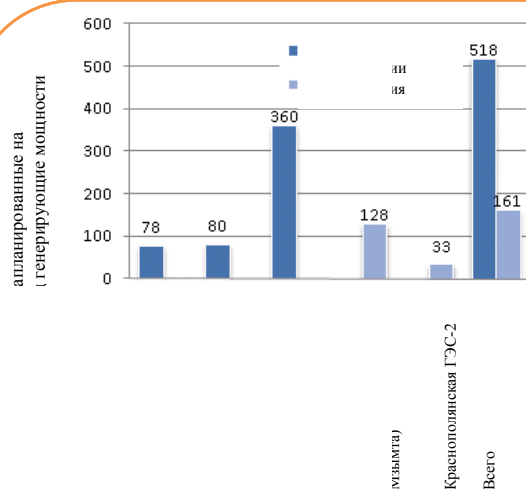


Рис. 48. Запланированные электрогенерирующие мощности в регионе Сочи с 2014 года, МВт

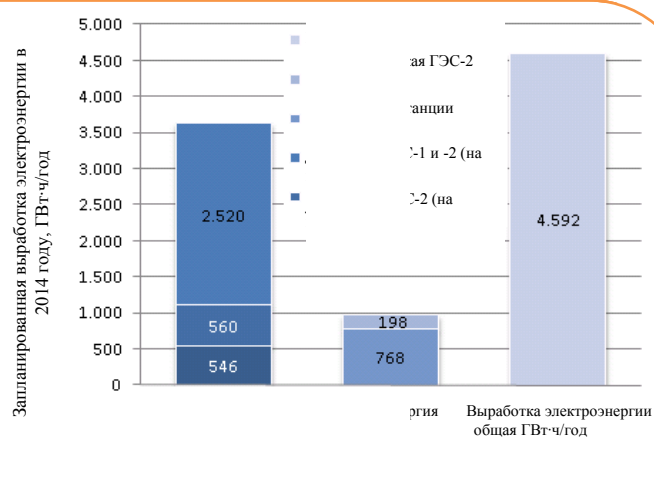


Рис. 49. Выработка электроэнергии в регионе Сочи в 2014 году (ГВт·ч/год)

### Запланированное покрытие потребности Олимпиады-2014 в электроэнергии

Представленный выше запланированный комплекс сочинских электростанций может покрыть большую часть общей потребности региона в электроэнергии. Можно исходить из того, что базовая нагрузка города Сочи сможет быть полностью покрыта местными генерирующими мощностями. Как уже упоминалось, потребность в электроэнергии, превышающая возможности местных генерирующих предприятий, будет обеспечена за счет импорта из федеральной энергосистемы.

<sup>42</sup> Допущения варьируются в зависимости от источников; прежде всего, это касается гидроэлектростанций и малых ГЭС, см. (58); (35); (59)

<sup>43</sup> Предполагается, что имеющиеся газовые электростанции будут работать прилб. 7 000 рабочих часов, а новые гидроэлектростанции – прилб. 6 000 рабочих часов в год.

Отсюда вытекает специфическое соотношение генерируемой на месте и импортируемой электроэнергии. За каждой частью этого соотношения, в свою очередь, стоят различные генерирующие предприятия – с одной стороны, это «Сочи-электромикс», т.е. местная комбинация различных источников электроэнергии, а с другой стороны – «федеральный электромикс», определяемый совокупностью всех федеральных генерирующих предприятий. На следующем рисунке показано, что это соотношение представляет собой приibl. на 73% «Сочи-электромикс» и на 27% «федеральный электромикс».

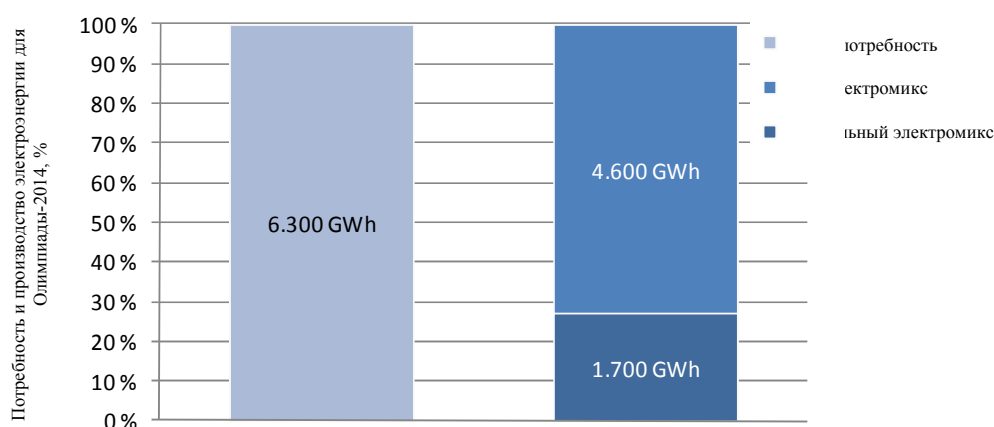


Рис. 50. Общая потребность в электроэнергии в регионе Сочи и запланированное покрытие (производство и импорт)

### Сценарии покрытия потребности в электроэнергии зимних Олимпийских игр-2014

Вышеописанный прогноз увеличения потребности в электроэнергии<sup>44</sup> в период проведения зимних Олимпийских игр-2014 далее будет сопоставлен с тремя сценариями энергоснабжения. Два сценария базируются на вышеизложенных выводах, третий сценарий включает импорт возобновляемой (ветровой) энергии из Краснодарского края. При этом учитывается возможное развитие событий, при котором из-за социальных, экономических и других препятствий не произойдет расширения использования возобновляемых источников энергии в регионе Сочи в объеме, предлагаемом в сценарии «ВИЭ-энергопарк Сочи». Ниже приведено краткое описание трех сценариев.

- Стандартный сценарий «Сочи-2014» исходит из покрытия потребности в электроэнергии в период проведения зимних Олимпийских игр-2014 комплексом сочинских электростанций в объеме 19 ГВт·ч и покрытия остаточной потребности за счет импорта из федеральной энергосистемы в объеме 292 ГВт·ч.

<sup>44</sup> Сюда входит реализация транспортной концепции dena и связанная с этим потребность в электроэнергии в объеме 21 ГВт·ч.

- Для сценария «ВИЭ Сочи-2014» за основу взят стандартный сценарий «Сочи-2014», но доля электроэнергии, импортируемая из федеральной энергосистемы, в период проведения Олимпиады-2014 уменьшена на 7 ГВт·ч за счет мощностей ВИЭ-энергопарка Сочи<sup>45</sup>.
- Сценарий «ВИЭ Краснодар-2014» включает в себя запланированный в настоящее время большой проект производства возобновляемой энергии в Анапе (ок. 250 км к северу от Сочи), а именно, ветропарк на побережье Черного моря<sup>46</sup>. При запланированной установленной мощности 101,2 МВт ветропарк может выдать за год около 200 ГВт<sup>47</sup>·ч электроэнергии; соответствующая требуемая дополнительная энергия будет покрыта генерирующими мощностями по стандартному сценарию «Сочи-2014». Это позволит заместить импорт 17 ГВт·ч электроэнергии из федеральной энергосистемы во время проведения Олимпийских игр-2014.

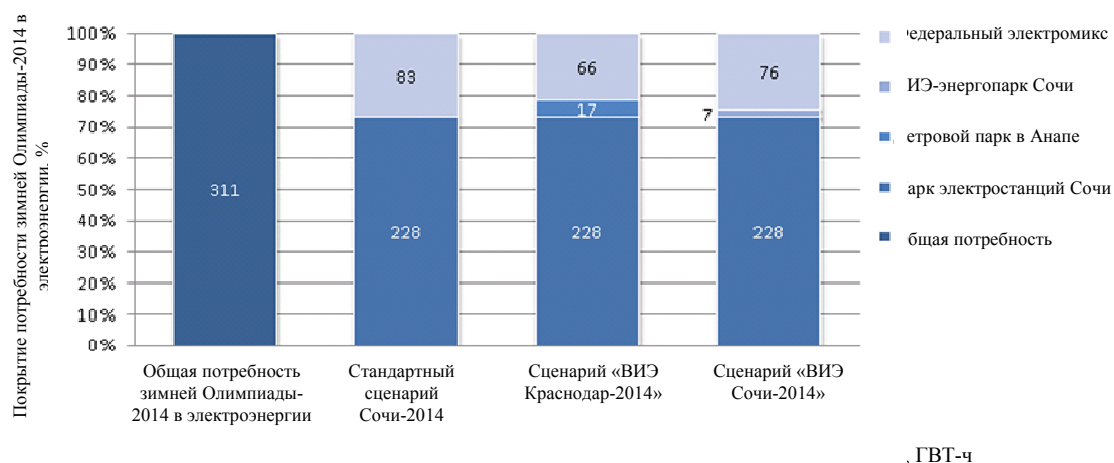


Рис. 51. Зависимость от импорта электроэнергии во время проведения Олимпиады-2014 по различным сценариям покрытия потребности в электроэнергии

### Обеспечение баланса электропотребления зимних Олимпийских игр-2014 и производства энергии из возобновляемых источников

Указанное выше электропотребление зимних Олимпийских игр-2014 может быть покрыто за счет возобновляемых источников (без учета средних и крупных гидроэлектростанций) следующим образом:

<sup>45</sup> Допущение: изменяющаяся производительность ВИЭ-энергопарка Сочи будет компенсирована за счет способности комплекса сочинских электростанций нести базовую нагрузку – поэтому предполагается, что производство электроэнергии сохраняется на постоянном уровне в течение года.

<sup>46</sup> В настоящее время проектированием ветропарка занимается консорциум фирм (в их числе) «Ветроэн-Юг» и Siemens). Допущение: производимая в нем возобновляемая электроэнергия может быть закуплена организаторами зимних Олимпийских игр для обеспечения энергетического баланса в период их проведения.

<sup>47</sup> Допущение: консервативная оценка при годовом ресурсе работы 2 000 ч

Благодаря генерирующим мощностям ВИЭ-энергопарка Сочи ежегодно можно будет отказаться от импорта 89 ГВт·ч из федеральной энергосистемы. Т.о. в течение прибл. 3,5 лет суммарная потребность для проведения Олимпиады могла бы быть сбалансирована за счет «зеленого тока»<sup>48</sup>.

Импорт возобновляемой электроэнергии из ветропарка в Анапе по сценарию «ВИЭ Краснодар-2014» позволит уменьшить импорт из федеральной энергосистемы на 200 ГВт·ч в год. Т.о. общая потребность в электроэнергии Олимпиады 2014 могла бы быть сбалансирована в течение 1,5 лет.

### Покрытие потребности в тепле Сочи-2014

Как уже упоминалось в начале главы, потребность в тепле для Олимпийских игр-2014 определена на основе приведенного в главе 3 нового стандарта энергоэффективности II, являющегося частью концепции энергоэффективных зданий. Т.к. реализация этой концепции приведет к сохранению устойчивой потребности в тепле зданий Олимпийского парка, то их теплоснабжение рекомендуется осуществлять также за счет возобновляемых источников энергии в течение всего периода использования зданий. Из вышеописанного энергопарка может быть получено достаточно тепла для покрытия указанной потребности всех запланированных олимпийских объектов.

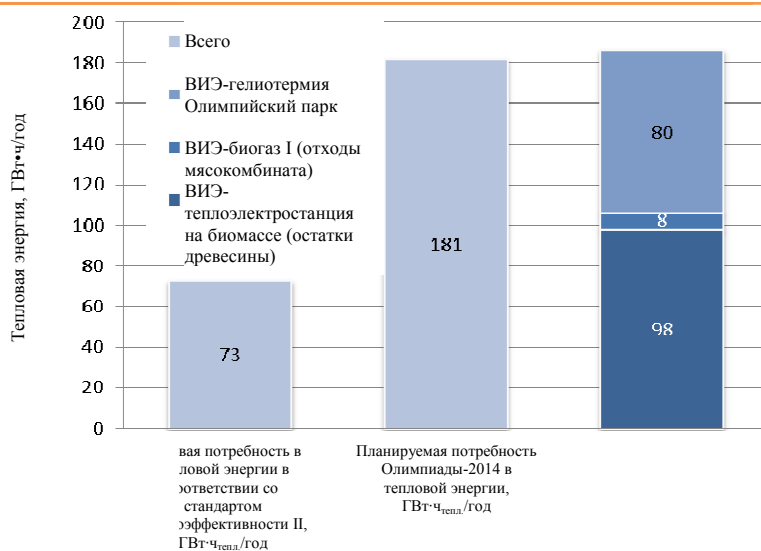


Рис. 52. Потребность в тепловой энергии и ее покрытие за счет ВИЭ-энергопарка Сочи

<sup>48</sup> Если к этому прибавить выработку запланированной Краснополянской ГЭС-2, то сбалансированность общей потребности в электроэнергии при проведении Олимпийских игр будет достигнута за год.



## Обобщение концепции dena по энергообеспечению зимних Олимпийских игр-2014

Принципиальные вопросы и образцовые примеры проведения больших спортивных мероприятий, а также подходы к покрытию потребности в энергии для взаимосвязанного комплекса зданий частично уже были представлены в руководящем документе Green Champions.

Целевая установка этого руководящего документа – максимально возможное энергообеспечение из возобновляемых источников – была заложена в основу представленной концепции.

Первый шаг для достижения этой цели сделан с помощью приведенного здесь анализа потенциала. Однако фактический (экономически мобилизуемый) потенциал для устойчивого производства возобновляемой энергии следует определить до начала расширения генерирующих мощностей на базе максимально актуальных, полученных на месте и верифицируемых данных. В рамках данного проекта это было возможно только в ограниченном объеме. Т.о. для климатически нейтрального производства энергии в связи с зимними Олимпийскими играми-2014 могут быть даны следующие рекомендации в виде предполагаемых, но только частично подкрепленных фактическим материалом предложений:

- Производство электроэнергии для реализации концепции энергоснабжения рекомендуется основывать – на сценарии «ВИЭ Сочи-2014» с использованием (а) биомассы для процессов когенерации, (b) фотоэлектрических установок на новых сооружениях Олимпийского парка и (с) комплекса сочинских электростанций;
  - опционально на электрогенерирующих мощностях из возобновляемых источников по сценарию «ВИЭ Краснодар-2014» (сюда относится, например, ветропарк в Анапе) и на комплексе сочинских электростанций.
- При реализации одного из этих сценариев импорт электроэнергии из федеральной энергосистемы будет сокращен, а потребность в электроэнергии может быть покрыта за счет различных климатически нейтральных локальных / региональных источников.
- Потребность в тепле объектов олимпийской инфраструктуры рекомендуется покрывать за счет ТЭЦ, работающих на биотопливе, и солнечных коллекторов на крышах Олимпийского парка.
- Потребность в газе для транспортной концепции dena рекомендуется покрывать за счет сбраживания биогенных отходов и их переработки в биогаз с его последующей очисткой и доведением до качества природного газа.
- Дополнительная потребность Олимпийских игр-2014 в электроэнергии в сумме может покрываться производством энергии из возобновляемых источников в регионе Сочи или за счет импорта возобновляемой энергии из Краснодарского края. Потребление происходит со смещением по времени и расстоянию по отношению к выработке. Удаленность производителей восполняется выдачей тепла, электроэнергии и газа в существующую сеть. Благодаря смещению по времени дополнительная потребность в энергии (в течение 1 месяца), непосредственно связанная с проведением Олимпийских игр-2014, согласно энергетическому балансу может быть покрыта за 3,5 года (сценарий «ВИЭ Сочи-2014») или 1,5 года за счет импорта электроэнергии из ветропарка в Анапе.

## 5.8 Климатически нейтральные зимние Олимпийские игры-2014

### Концепция энергоснабжения и выбросы парниковых газов

Выработка и распределение энергии связаны с выбросом парниковых газов. Даже использование гидроэлектростанций, фотоэлектрических или ветровых установок для выработки электроэнергии приводит к выбросу парниковых газов, так же, как производство тепла с применением биогенного топлива или гелиотермии. Для любого технического процесса производства энергии необходимо учитывать также энергозатраты на сборку, эксплуатацию и демонтаж генерирующей установки. Преимуществом возобновляемых источников энергии является в большинстве случаев существенное сокращение выбросов по сравнению с другими видами генерации. В следующем разделе вышеописанные опции по электро- и теплоснабжению будут рассмотрены с точки зрения технологии производства энергии и будет составлен упрощенный баланс выбросов парниковых газов.

#### «Федеральный электромикс» в сравнении с возобновляемыми источниками энергии

Каждый кВт·час, вырабатываемый электростанциями энергосистемы России, ведет к выбросу 832<sup>49</sup> граммов CO<sub>2</sub>-эквивалента (54). В то же время электрогенерирующие мощности ВИЭ-энергопарка Сочи будут выбрасывать лишь 122,7 г CO<sub>2</sub>-эквивалента, а мощности ветропарка в Анапе – только 24 г CO<sub>2</sub>-эквивалента<sup>50</sup> на каждый кВт·час<sup>51</sup> (54).

Все сценарии электроснабжения базируются на запланированном комплексе электростанций для зимних Олимпийских игр-2014. Реализация сценария «ВИЭ Сочи-2014» позволит снизить импорт из федеральной энергосистемы на 89,2 ГВт·ч в год. Реализация сценария «ВИЭ Краснодар-2014» уменьшит импорт на 200 ГВт·ч в год. Так как общим для всех сценариев является то, что они исходят из реализации запланированного для проведения Олимпиады-2014 комплекса электростанций, то его выбросы при составлении баланса парниковых газов не учитывались.

Таким образом, для оценки воздействия различных сценариев на климат учитывались лишь объемы электроэнергии, замещаемые возобновляемыми источниками, т.е. соответственно 89,2 ГВт·ч и 200 ГВт·ч ежегодно<sup>52</sup>. В зависимости от сценария получены следующие ежегодные выбросы парниковых газов и потенциалы компенсации:

<sup>49</sup> На основе GEMIS (Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme – Глобальная модель выбросов интегрированных систем, версия 4.5)

<sup>50</sup> Расширение сети, которое возможно потребует для интеграции мощностей, обеспечиваемых ветровой энергией, при расчете выбросов парниковых газов не учитывалось.

<sup>51</sup> Упрощенные допущения специфических для Германии значений выбросов при производстве электроэнергии согласно GEMIS

<sup>52</sup> Для упрощения расчетов принято, что ежегодная производительность не подвержена колебаниям. Ежегодные колебания будут сглажены за весь период работы ВИЭ-энергопарка.

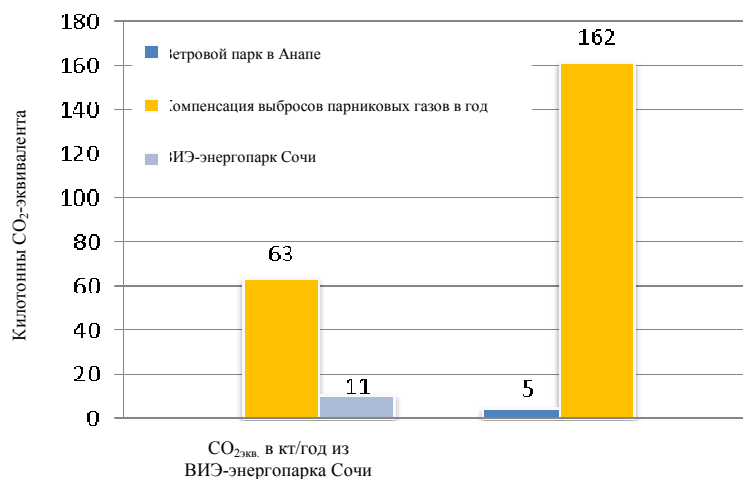


Рис. 53. Ежегодные выбросы парниковых газов и экономия от замещения импорта электроэнергии из федеральной энергосистемы в килотоннах CO<sub>2</sub>-эквивалента

В сравнении с запланированным энергоснабжением в Сочи потенциал компенсации выбросов парниковых газов по сценариям dena соответственно составляет 63 300 т (сценарий «ВИЭ Сочи-2014») и 161 600 т (сценарий «ВИЭ Краснодар-2014») CO<sub>2</sub>-эквивалента в год. Таким образом за предполагаемый 20-летний срок службы мощностей по производству энергии из возобновляемых источников реализация сценариев позволит скомпенсировать около **1 266 000 т** (сценарий «ВИЭ Сочи-2014») или **3 232 000 т** (сценарий «ВИЭ Краснодар-2014») CO<sub>2</sub>-эквивалента соответственно.

### Выработка тепловой энергии и выбросы парниковых газов

В связи с отсутствием специфических для Сочи данных по теплоснабжению для составления баланса выбросов парниковых газов было принято, что в 2014 году потребность Сочи будет покрываться за счет нового и до известной степени оптимального (с оговоркой на использование ископаемого топлива) производства тепловой энергии на современных газовых ТЭЦ. Потери, связанные с распределением тепла в сети, не учитывались. Усредненные значения выбросов составляют приibl. 173,2 г<sup>53</sup> CO<sub>2</sub>-эквивалента на каждый кВт·час тепловой энергии (54).

ВИЭ-энергопарк Сочи вырабатывает тепло, с одной стороны, в процессе когенерации (теплоэлектростанция на биогазе, теплоэлектростанция на биомассе), а с другой стороны, с помощью установленных на крышах солнечных тепловых установок. В зависимости от производительности генерирующих мощностей по теплу среднее годовое значение выбросов энергопарка составляет 55,6 г CO<sub>2</sub>-эквивалента на каждый кВт·час тепла.

Имеются следующие варианты выбросов парниковых газов при выработке тепла:

<sup>53</sup> 50% запланированного теплоснабжения за счет современной теплоэлектростанции (парогазотурбинная), работающей на природном газе: выброс 150,8 г на каждый кВт·час тепла; 50% за счет современных теплоэлектростанций, работающих на биогазе: выброс 195,6 г на каждый кВт·час тепла

Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014

- «Теплофикация Сочи-2014»: исходит из покрытия потребности в тепле в соответствии с текущим состоянием планирования для Сочи, т.е. теплоснабжение олимпийских объектов системой централизованного теплоснабжения
- «ВИЭ-тепло 2014»: исходит из полного использования тепла, произведенного в течение года ВИЭ-энергопарком Сочи, т.е. прибл. 190 ГВт·ч. Тепло, превышающее потребности олимпийских объектов, будет полностью поступать в тепловую сеть Сочи<sup>54</sup>.

Аналогично CO<sub>2</sub>-балансу для электроснабжения в основу калькуляции выбросов парниковых газов от теплоснабжения олимпийских объектов были заложены 190 ГВт·ч тепловой энергии, замещаемые с помощью ВИЭ-энергопарка Сочи.

С учетом вышеупомянутых значений выбросов объемы замещаемой тепловой энергии согласно варианту «ВИЭ-тепло 2014» дают следующие значения выбросов парниковых газов и потенциалы их компенсации:

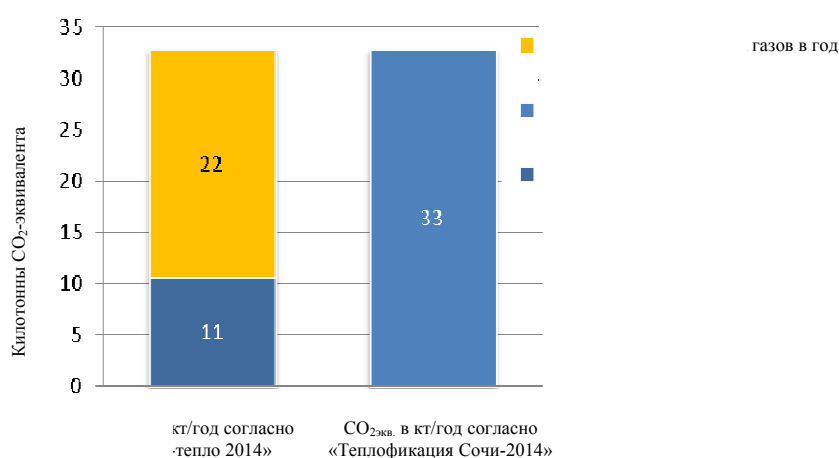


Рис. 54. Выработка тепловой энергии и ежегодный выброс/компенсация парниковых газов

<sup>54</sup> Упрощающие допущения:

- Суммарная тепловая энергия (80 ГВт·ч/год), произведенная солнечными тепловыми установками на крышах, будет постоянно полностью отбираться объектами Олимпийского парка. В жаркие дни установка будет использоваться для климатизации за счет солнечной энергии.
- Тепловая мощность ВИЭ-биогаза III (жидкий навоз) не может быть использована для отопления Олимпийских объектов, т.к., с одной стороны, она будет направлена для нагрева бродильных субстратов, а, с другой стороны, для обеспечения 3,3 ГВт·ч/год тепла сельскохозяйственным объектам или сушильным установкам.
- Тепло из ВИЭ-теплоэлектростанции на биомассе и ВИЭ-биогаза I (мясокомбинат) либо будет подаваться через локальную теплотель непосредственно на Олимпийские объекты, либо привлекаться для системы охлаждения мяскокомбината или же будет поступать в местную сеть централизованного теплоснабжения (в зависимости от возможного места установки).
- Каждое замещение тепла при составлении баланса выброса CO<sub>2</sub> учитывалось в пересчете на удельное значение для сети централизованного теплоснабжения Сочи, хотя сельскохозяйственные предприятия, а также холодильные установки, разумеется, не являются его потребителями.

Потенциал сокращения выбросов при реализации варианта «ВИЭ-тепло 2014» составляет около 22 300 т CO<sub>2</sub>-эквивалента в год. Таким образом за предполагаемый 20-летний срок службы ВИЭ-энергопарка Сочи выбросы парниковых газов могут быть снижены на **446 000 т CO<sub>2</sub>-эквивалента**.

### **Выбросы парниковых газов в период проведения зимних Олимпийских игр-2014 и их сокращение**

Аналогично расчету энергопотребления при оценке объема выбросов парниковых газов рассматривался только период проведения игр (прибл. один месяц) и рассматривались только выбросы, являющиеся непосредственным следствием транспорта и энергоснабжения. При этом учитывался потенциал сокращения выбросов вследствие реализации рассмотренных выше концепций повышения энергоэффективности зданий и транспортных средств, а также рассмотренное в двух сценариях электро- и теплоснабжение ВИЭ-энергопарком Сочи и ветропарком в Анапе.

### **Сценарии расчета выбросов парниковых газов вследствие проведения зимних Олимпийских игр-2014**

Для расчета воздействия на климат вышеописанных концепций далее будут представлены два сценария. Оба сценария имеют привязку к текущему состоянию планирования в Сочи (насколько оно известно). Кроме того, оба сценария основаны на следующих допущениях:

- теплоснабжение согласно вышеописанным вариантам («Теплофикация Сочи-2014» / «ВИЭ-тепло 2014»)
- электроснабжение согласно вышеописанным сценариям («ВИЭ Сочи-2014» / «ВИЭ Краснодар-2014»)
- для подсчета суммарных выбросов вследствие проведения Олимпиады помимо воздействия на климат электроэнергии из федеральной энергосети (выбросы 832 г/кВт·ч в CO<sub>2</sub>-эквиваленте) дана оценка воздействия на климат производимой в Сочи электроэнергии (выбросы 271 г/кВт·ч<sup>55</sup> в CO<sub>2</sub>-эквиваленте)

Кроме этого, оба сценария исходят из реализации концепций повышения энергоэффективности зданий и транспортных средств:

Выбросы от теплоснабжения Олимпийского парка<sup>56</sup> в период проведения зимних Олимпийских игр составят в соответствии со стандартным планированием прибл. 6 500 т CO<sub>2экв.</sub><sup>57</sup>. При реализации стандарта энергоэффективности II с существенно более низким теплоснабжением выбросы могут быть сокращены до прибл. **2 600 т CO<sub>2экв.</sub>**

Большая часть выбросов парниковых газов – прибл. 224 000 т CO<sub>2экв.</sub> – приходится на местный транспорт и прежде всего на приезд-отъезд участников и гостей игр. Благодаря измененной транспортной концепции (глава 4) эти выбросы могут быть сокращены прибл. до **194 900 т CO<sub>2экв.</sub>**

### **Сценарий «ВИЭ и энергоэффективность Сочи»**

Потребность Олимпийских игр в электроэнергии составит прибл. 290 ГВт·ч без учета новых концепций повышения энергоэффективности (дополнительная потребность для транспорта составит 21 ГВт·ч), что

<sup>55</sup> Допущение, основанное на главных генерирующих мощностях и удельных значениях выброса для сравнимых немецких электростанций согласно GEMIS (54)

<sup>56</sup> Выбросы в результате выработки тепловой энергии вне Олимпийского парка в данном случае не могут быть учтены.

<sup>57</sup> Допущение: потребность в тепле в период проведения Олимпиады в 2,5 раза больше среднего потребления за месяц.

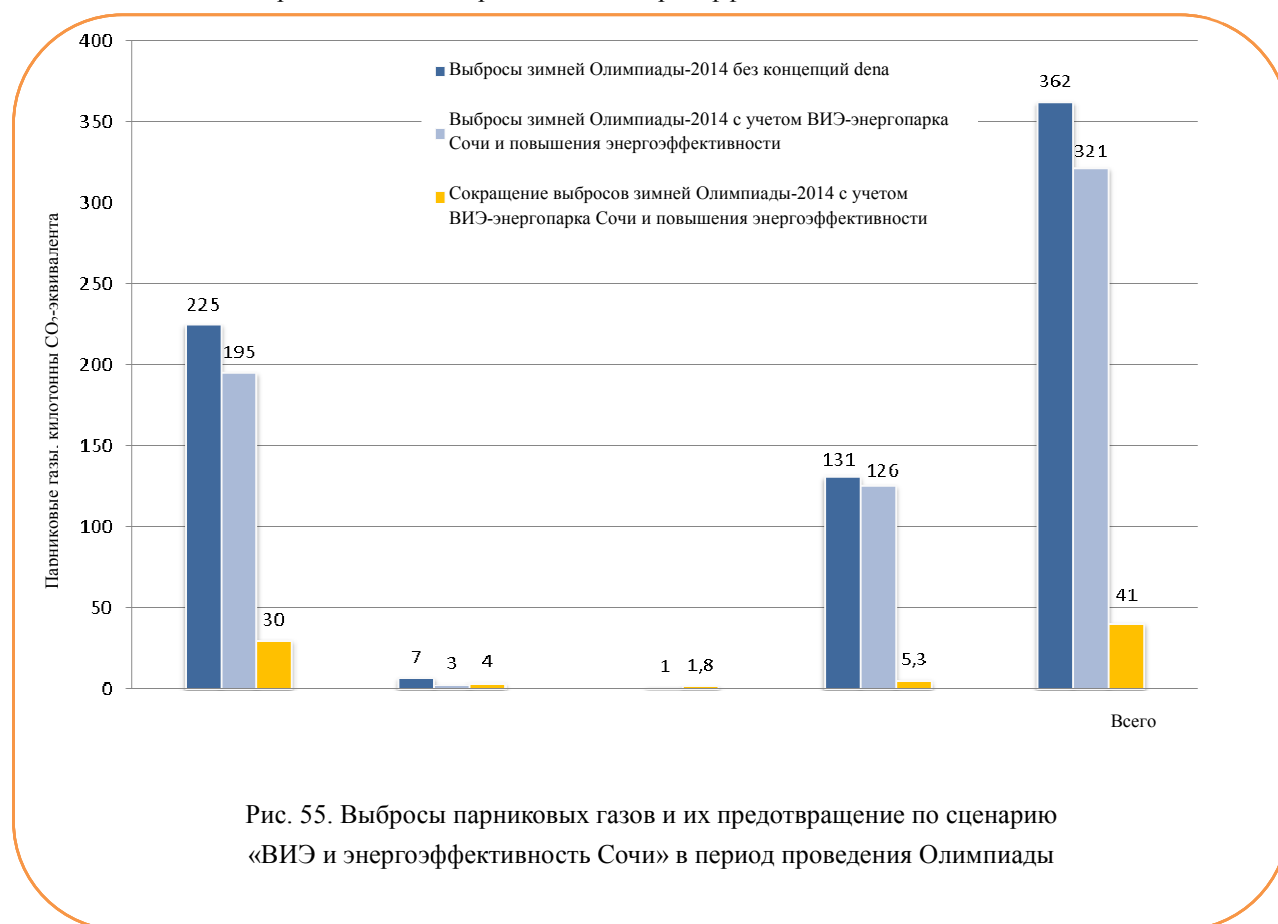
Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014

соответствует выбросам прибл. 131 000 т CO<sub>2-экв.</sub> в атмосферу. При реализации концепций энергоснабжения и повышения энергоэффективности выработка электроэнергии составит 311 ГВт·ч. Однако за счет поставки электроэнергии ВИЭ-энергопарком Сочи и замещения импорта электроэнергии из федеральной энергосети выбросы, вызванные электропотреблением в период проведения Олимпиады, в сумме снизятся до **125 700 т CO<sub>2-экв.</sub>**

Централизованное теплоснабжение отвечающих стандарту энергоэффективности II олимпийских объектов в период проведения Олимпиады приведет к выбросу парниковых газов в объеме 2 600 т CO<sub>2-экв.</sub>. Благодаря замещению централизованного теплоснабжения поставками тепла из возобновляемых источников ВИЭ-энергопарком Сочи эти выбросы снизятся прибл. до **850 т CO<sub>2-экв.</sub>**

Таким образом в период проведения Олимпиады реализация мер, предлагаемых в сценарии «ВИЭ и энергоэффективность Сочи», позволит снизить выбросы на **40 600 т CO<sub>2-экв.</sub>**

Приведенная ниже диаграмма сравнивает прогнозируемые выбросы парниковых газов в период проведения Олимпиады до и после реализации сценария «ВИЭ и энергоэффективность Сочи».



### Сценарий «ВИЭ и энергоэффективность Краснодар»

Потребность Олимпийских игр в электроэнергии составит прилб. 290 ГВт·ч без учета новых концепций повышения энергоэффективности (дополнительная потребность для транспорта составит 21 ГВт·ч), что соответствует выбросам прилб. 131 000 т CO<sub>2-экв.</sub> в атмосферу. При реализации концепций энергоснабжения и повышения энергоэффективности выработка электроэнергии составит 311 ГВт·ч. Однако за счет поставки электроэнергии ветропарком в Анапе и замещения импорта электроэнергии из федеральной энергосети выбросы парниковых газов снизятся прилб. до **117 500 т CO<sub>2-экв.</sub>**

Выбросы парниковых газов от теплоснабжения остаются неизменными, т.к. данный сценарий ограничивается созданием генерирующих мощностей возобновимой энергии.

Т.о. в период проведения Олимпиады реализация мер, предлагаемых в сценарии «ВИЭ и энергоэффективность Краснодар», позволит снизить выбросы на **47 000 т CO<sub>2-экв.</sub>**



Рис. 56. Выбросы парниковых газов и их предотвращение по сценарию «ВИЭ и энергоэффективность Краснодар»

### Компенсация выбросов парниковых газов зимней Олимпиады-2014

Эта концепция предусматривает компенсацию выбросов парниковых газов в объеме прилб. 321 400 т CO<sub>2экв.</sub> (сценарий «ВИЭ и энергоэффективность Сочи») путем производства возобновляемой энергии в регионе Сочи и компенсацию выбросов парниковых газов в объеме прилб. 315 000 т CO<sub>2экв.</sub> за счет импорта электроэнергии из региональных возобновляемых источников («ВИЭ и энергоэффективность Краснодар»).

Годовой объем выбросов парниковых газов может быть снижен путем замены энергии, вырабатываемой традиционным способом, возобновляемой энергией. Баланс объемов выбросов парниковых газов в период проведения зимних Олимпийских игр-2014 распространяется на предполагаемый 20-летний срок службы ВИЭ-энергопарка Сочи и ветропарка в Анапе.

Исходя из потенциалов компенсации обоих сценариев электроснабжения и сценария теплоснабжения за счет ВИЭ, получаются следующие значения компенсации в год в зависимости от реализации ВИЭ-энергопарка Сочи или ветропарка в Анапе:



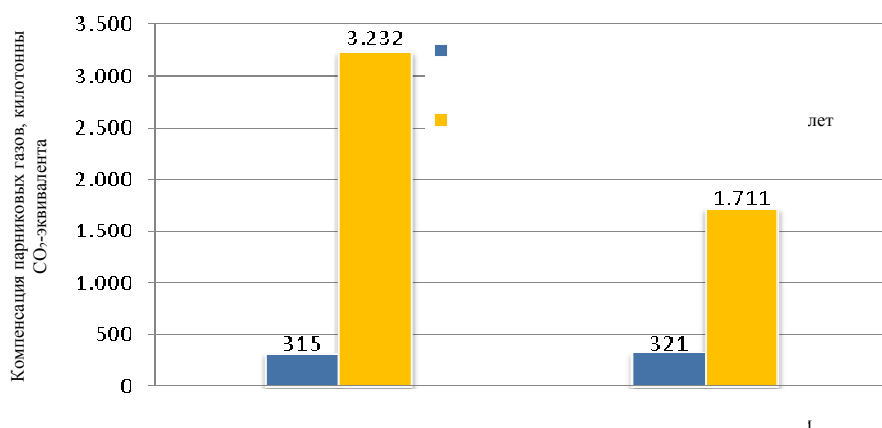


Рис. 57. Компенсационная способность ВИЭ-мощностей за 20 летний срок службы

### Выводы по предотвращению выбросов парниковых газов и их компенсации при проведении зимних Олимпийских игр 2014

Для предотвращения выбросов парниковых газов, связанных с проведением зимней Олимпиады-2014, рекомендуется в первую очередь реализовать потенциал их сокращения путем принятия мер по повышению энергоэффективности транспортных средств и сооружений Олимпийского парка.

При реализации описанного в главе 3 стандарта энергоэффективности II на олимпийских объектах потребность Олимпийского парка в тепле в период проведения Игр будет снижена прилб. на 108 ГВт·ч в год. Это количество равно тепловой энергии, которую иначе потребуется выработать в рамках сценария «Теплофикация Сочи-2014». Возникающее благодаря этому сокращение выбросов парниковых газов составит 18 800 тонн CO<sub>2</sub>-эквивалента. Сокращение выбросов парниковых газов во время Олимпиады составит прилб. **3 900 тонн CO<sub>2</sub>-эквивалента**.

Меры по оптимизации междугородного и городского сообщения в рамках представленной в главе 4 транспортной концепции позволят сократить выбросы парниковых газов во время Олимпиады прилб. на **29 100 тонн CO<sub>2</sub>-эквивалента**.

Следующим шагом для сокращения выбросов парниковых газов является как можно более широкое использование возобновляемой энергии. Предложенный здесь ВИЭ-энергопарк Сочи может уменьшить выбросы во время Олимпиады на **5 300 тонн CO<sub>2</sub>-эквивалента**. Запланированный в Анапе ветропарк может уменьшить выбросы во время Олимпиады на **13 500 тонн CO<sub>2</sub>-эквивалента**.

За срок службы генерирующих мощностей ВИЭ ими будет достигнута следующая **балансовая компенсация остаточных выбросов парниковых газов** от проведения зимней Олимпиады-2014:

- **ВИЭ-энергопарк Сочи:** замещение импорта электроэнергии из федеральной энергосистемы составит 89 ГВт·ч в год. При предполагаемом 20-летнем сроке службы энергопарка импортозамещение составит 1 780 ГВт·ч<sub>эл</sub>. Таким образом **при выработке электроэнергии** ВИЭ-энергопарком Сочи может быть скомпенсировано **1 266 000 тонн CO<sub>2</sub>-эквивалента**.

Помимо этого, ВИЭ-энергопарк Сочи будет вырабатывать 190 ГВт·ч тепловой энергии в год. Таким образом **при выработке тепла** за 20-летний срок службы будет скомпенсировано **445 600 тонн CO<sub>2</sub>-эквивалента**.

**Выработка** ВИЭ-энергопарком Сочи **электрической и тепловой энергии** приведет в течение всего срока службы к компенсации **1 711 600 тонн CO<sub>2</sub>-эквивалента**.

По сценарию «ВИЭ и энергоэффективность Сочи» **баланс выбросов парниковых газов** для зимней Олимпиады-2014 будет достигнут **через 3 года и 8 месяцев**.

- Запланированный ветропарк в Анапе должен выйти на мощность 100 МВт, что соответствует производству 200 ГВт·ч электроэнергии в год и импортозамещению из федеральной энергосистемы в равном объеме. При предполагаемом 20-летнем сроке службы компенсация может составить **3 232 000 тонн CO<sub>2</sub>-эквивалента**. По сценарию «ВИЭ и энергоэффективность Краснодар» **баланс выбросов парниковых газов** для зимней Олимпиады-2014 может быть достигнут уже **через 2 года**.

#### **Обобщенные рекомендации по предотвращению и компенсации выбросов парниковых газов в период проведения зимних Олимпийских игр-2014**

Для обеспечения климатически нейтральных Олимпийских игр настоящий аналитический отчет дает следующие рекомендации:

- Во-первых, всемерное предотвращение выбросов парниковых газов в период проведения Олимпиады путем принятия мер по повышению энергоэффективности зданий и транспорта, а также путем как можно более полного покрытия потребности в энергии за счет возобновляемых источников.
- В качестве следующего шага рекомендуется максимально экологичная и энергетически целесообразная переработка образующихся в Сочи отходов и мусора. С этой целью, а также чтобы реализовать другие потенциалы использования источников возобновляемой энергии, в регионе Сочи рекомендуется сооружение вышеописанного ВИЭ-энергопарка.
- Потребность в электроэнергии, непокрытую за счет источников возобновляемой энергии в регионе Сочи, рекомендуется покрывать за счет импорта возобновляемой электроэнергии из ветропарка в Анапе.
- Компенсация остаточных выбросов парникового газа от Олимпиады может быть сбалансирована в течение нескольких лет работы генерирующих мощностей возобновляемой электроэнергии.

## 6 Библиография

1. **Заявочный комитет «Сочи-2014».** Заявка «Sochi-2014: Gateway to the Future». Сочи: без указания, 2006.
2. **ГК Олимпстрой.** Зеленые стандарты. [Интернет] 07.2009. [Цитата от 02.12.2009.] [http://www.sc-os.ru/ru/press/news/news\\_Archive/index.php?id\\_20=1138&afrom\\_20=31.07.2009&ato\\_20=31.07.2009](http://www.sc-os.ru/ru/press/news/news_Archive/index.php?id_20=1138&afrom_20=31.07.2009&ato_20=31.07.2009).
3. —. *Перечень дополнительных экологических требований («зеленые стандарты») к проектированию и строительству Олимпийских объектов в рамках подготовки к Олимпиаде в Сочи в 2014 году.* Сочи: без указания, 2009.
4. **Городское Собрание Сочи.** Решение от 14 июля 2009 г. № 89 об утверждении генерального плана городского округа города Сочи. Сочи: без указания, 14.07.2009. <http://www.gs-sochi.ru/?m=4&y=2009&ses=66&p=1>.
5. **Правительство Российской Федерации.** Энергетическая стратегия России на период до 2020 года (ЭС-2020). Москва: Собрание законодательства Российской Федерации, 28.08.2003.
6. **Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу.** Тепловая защита зданий. СНиП 23-02-2003. 01.10.2003.
7. —. *Строительная климатология.* СНиП 23-01-99. 01.01.2001 с изменениями и дополнениями от 24.12.2002.
8. —. *Проектирование тепловой защиты зданий.* СП 23-101-2004. 01.06.2004.
9. **Федеральное правительство Германии.** Energieeinsparverordnung-EnEV (Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden) – Положение об экономии энергии (полное название: «Положение об энергосберегающей теплоизоляции и энергосберегающем оборудовании зданий») от 24.07.2007. Берлин: без указания, 2007. Собрание законодательства ФРГ за 2007 год, том I, № 34, издано в Бонне 26.07.2007.
10. —. Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung vom 29. April 2009. – Постановление об изменениях и дополнениях к Положению об экономии энергии от 29.04.2009. Берлин: без указания, 2009. Собрание законодательства ФРГ за 2009 год, том I, № 23, издано в Бонне 30.04.2009.
11. **РосНИПИ Урбанистики.** Генеральный план Сочи. Санкт-Петербург: без указания, 2009.
12. **Vovv, Philippe H.** Olympic / Mega event transport planning, management and sustainability – Олимпийские игры / масштабные мероприятия: транспортное планирование, управление и устойчивое развитие. Презентация. Лозанна: Швейцарский федеральный технологический институт в Лозанне, 2006.
13. **Wakefield, Chusman &.** Sochi (2007a): Sochi 2014 - The Impact of the Winter Olympics – Зимние Олимпийские игры-2014 в Сочи и их последствия. 2007.
14. *Сочи (2008a): Пресс-релиз, МОК согласовал места расположения Олимпийских объектов и транспортной инфраструктуры «Сочи-2014» (МОК).*
15. **Spiegel.** <http://www.spiegel.de/auto/aktuell/0,1518,536531,00.html>. [Интернет] 02.2008.
16. **Welt, Die.** [http://www.welt.de/wirtschaft/article2197886/Russland\\_ueberholt\\_Deutschland\\_als\\_Automarkt.html](http://www.welt.de/wirtschaft/article2197886/Russland_ueberholt_Deutschland_als_Automarkt.html). [Интернет] 2008.

17. **Международный семинар «Россия сегодня».** Сочи (2009): Пресс-релиз, *VTB loans \$ US 328 million to Sochi 2014 Olympics – ВТБ предоставляет кредит на 328 млн. долларов США для зимних Олимпийских игр-2014 в Сочи.*
18. **Hannover, Region/Stadt.** Регион/город Ганновер, *www.hannover.de.* Ганновер: без указания, 2009.
19. **Федеральное ведомство по охране окружающей среды, отдел I 2.1 «Защита климата», Клаудиа Мэдер.** *Klimawirksamkeit des Flugverkehrs, Aktueller wissenschaftlicher Kenntnisstand über die Effekte des Flugverkehrs – Влияние воздушного транспорта на климат. Результаты современных научных исследований воздействия воздушного транспорта.* Дессау: без указания, 2008.
20. **GEMIS.** *Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS) – Глобальная модель выбросов интегрированных систем, версия 4.5.* 2009.
21. **Atmosfair.** *Der Emissionsrechner (online) inklusive der Dokumentation und Datenquellen – (Онлайн-)Калькулятор выбросов с документацией и источниками данных.* Берлин: без указания, 2009.
22. *Сочи (2008b), Пресс-релиз, Инновационный подход «Сочи-2014» сохранится и в 2009 году.* 2008.
23. **VDV.** *Umfassend nachhaltige Kraftstoff- und Antriebskonzepte für den Linienverkehr – Комплексные концепции устойчивого развития в области топлива и приводов для маршрутных транспортных средств, VDV Positionsverkehr.* 2009.
24. **Vossloh, Martin Schmitz.** *Energiesparende Elektrische Antriebe – Энергосберегающие электроприводы. Презентация на ежегодном конгрессе dena «energie.effizient.mobil».* 2009.
25. **Ecoinvent Centre, Swiss Centre for Life Cycle Inventories.** *ecoinvent data v2.0, CD-ROM.* Дюбендорф: без указания, 2007.
26. **Информационное агентство Рейтер.** *Сообщение, Russian Railways to buy trains from Bombardier – ОАО «Российские железные дороги» (РЖД) планирует заказать у канадской Bombardier скоростные поезда.* 2009.
27. **Ökoinstitut, DBFZ und. IEA Bioenergy Task 40: Country Report Germany – Аналитический отчет: Германия.**
28. **GermanHy.** *Studie zur Frage «Woher kommt der Wasserstoff in Deutschland bis 2050» – Аналитический отчет «Источники водорода в Германии на перспективу до 2050 года».* 2008.
29. **Concawe/Eucar, Studie Version 2 c.** *Well-to-Wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context – «От скважины – до автомобиля»: аналитический отчет о перспективах развития топлива и автомобильного привода в европейском контексте.* 2007.
30. **Concawe/Eucar, Презентация результатов.** *Well-to-Wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context – «От скважины – до автомобиля»: аналитический отчет о перспективах развития топлива и автомобильного привода в европейском контексте.* 2007.
31. **Немецкое энергетическое агентство dena.** *Aktionsprogramm Mobilitätsmanagement – Программа акций «Менеджмент в сфере мобильности».* Берлин: без указания, 2008.
32. **Немецкое энергетическое агентство dena.** *Aktionsprogramm Mobilitätsmanagement – Программа акций «Менеджмент в сфере мобильности».* Берлин: без указания, 2008.

33. *Пресс-релиз, Общественный транспорт Сочи будет экологически безвредным.* 2007.
34. **Заявочный комитет «Сочи -2014».** Заявочная книга «Сочи-2014». [Интернет] [http://sochi2014.com/sch\\_bidbook\\_ru](http://sochi2014.com/sch_bidbook_ru).
35. «Сочи -2014». Игры-2014 удвоят мощность Сочи. [Интернет] <http://sochi2014.com/87690>.
36. **EuropeAid.** *Feasibility Study of RES Potential Use for Energy Supply Efficiency Enhancement in the Krasnodar Territory – Изучение потенциала использования ВИЭ для повышения эффективности производства энергии на территории Краснодарского края.* 2008. EuropeAid/116951/C/SV/RU.
37. **Администрация Краснодарского края.** *Информация о состоянии и перспективе развития электроэнергетики Краснодарского края.* [Интернет] 09 2009. <http://www.krasnodar.ru/content/507/>.
38. **Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН.** Роль российского лесного сектора на мировом рынке товаров из древесины: тенденции, перспективы и возможности развития. *Презентация на VII Международном лесопромышленном форуме, 10-13 октября 2006 г., Санкт-Петербург, Российская Федерация.* [Интернет] 10.2006. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/ah231e/ah231e00.pdf>.
39. —. Energy conservation in the mechanical forest industries – Энергосбережение в лесоперерабатывающей промышленности. [Интернет] <http://www.fao.org/docrep/T0269E/t0269e08.htm#6.2.4%20alternative%20uses%20of%20residues>.
40. **e.V., Zentrum für Energieforschung Stuttgart (ZES).** *Standortanforderungen für die Ansiedlung von Bioenergie-Anlagen in Städten. am Beispiel der Landeshauptstadt Stuttgart – Требования к месту расположения биоэнергетических установок в городской черте на примере города Штутгарта.* [Интернет] <http://www.stuttgart.de/img/mdb/publ/16326/35093.pdf>.
41. **AEnergy.ru – альтернативная энергетика.** Юг России имеет огромный потенциал по производству биогаза. [Интернет] <http://www.aenergy.ru/783>.
42. **Науменко Валерий Алексеевич.** *Энергоснабжение Краснодарского края на основе возобновляемых источников энергии.* [Интернет] Председатель комитета по вопросам топливно-энергетического комплекса, транспорта и связи; председатель законодательного собрания Краснодарского края. [http://www.juslingua-consult.de/images/presentation\\_dt\\_EE\\_Krasnodar.pdf](http://www.juslingua-consult.de/images/presentation_dt_EE_Krasnodar.pdf).
43. **Торгово–промышленная Палата Российской Федерации. Представительство в Федеративной Республике Германия.** EU will alternativen Energien in Russland auf die Beine helfen – ЕС намерено содействовать России в использовании альтернативных источников энергии. [Интернет] ГАУ «Центр энергосбережения и новых технологий», Краснодар. <http://www.hik-russland.de/nachrichten/wirtschaft/eu-will-alternativen-energien-in-russland-auf-die-beine-helfen-200802013122.html>.
44. **GAISMA.** Метеорологические данные по городу Сочи. [Интернет] <http://www.gaisma.com/en/location/sochi.html>.
45. **Quaschnig, Prof. Dr.-Ing. habil. Volker.** Ertragsanalyse einer netzgekoppelten Fotovoltaikanlage – Расчет производительности фотоэлектрической установки, связанной с электрической сетью. [Интернет] <http://www.volker-quaschnig.de/software/pvertrag/index.php>.

46. **Организационный комитет «Сочи -2014»**. Sochi 2014 Pledges Commitment to Host the Games without Waste – Оргкомитет «Сочи-2014» подписал соглашение о проведении Олимпийских игр без отходов. [Интернет] <http://sochi2014.com/84732>.
47. **Bioconstruct**. Biogas plant Bukovec – Биогазовая установка в городе Буковец. [Интернет] <http://www.bioconstruct.com/biogas-plants/450-to-550-kw/biogasanlage-bukovec.html>.
48. **Немецкое энергетическое агентство dena & erdgas schwaben GmbH**. Biogaspartner Projektbeispiele: Altstadt/Schongau – Примеры проектов: Альтенштадт/Шонгау. [Интернет] <http://www.biogaspartner.de/index.php?id=11635>.
49. **Bundesverband Deutscher Wasserkraftwerke e.V. (BDW)**. Ökologisch orientierte Wasserkraftwerke: wertvolle Teile unserer Kulturlandschaft – Гидроэлектростанции с ориентацией на экологию: ценная составляющая нашего культурного ландшафта. [Интернет] <http://www.wasserkraft-deutschland.de/mediapool/54/540883/data/BDW-Faltblatt.pdf>.
50. **Немецкое энергетическое агентство dena**. ООО «Солнечный ветер». [Интернет] [http://www.energieforum.ru/de/erneuerbare\\_energien/solarstrom/unternehmen\\_russland/solnetschnyj\\_weter\\_gmbh\\_3.html](http://www.energieforum.ru/de/erneuerbare_energien/solarstrom/unternehmen_russland/solnetschnyj_weter_gmbh_3.html).
51. **juwi Holding AG**. Референция: фотоэлектрическая установка на стадионе футбольного клуба 1. FSV Mainz 05 e.V. [Интернет] [http://www.juwi.de/fileadmin/user\\_upload/Solarenergie/Stadion%20FSV%20Mainz%2005%2004.07.20%20CH.pdf](http://www.juwi.de/fileadmin/user_upload/Solarenergie/Stadion%20FSV%20Mainz%2005%2004.07.20%20CH.pdf).
52. **Немецкое энергетическое агентство dena**. Проект «Солнечная крыша – Россия». [Интернет] [http://www.exportinitiative.de/index.php?id=437&no\\_cache=1&tx\\_wwdnlpr\\_pi1\[test\]=test&tx\\_wwdnlpr\\_pi1\[showUid\]=25](http://www.exportinitiative.de/index.php?id=437&no_cache=1&tx_wwdnlpr_pi1[test]=test&tx_wwdnlpr_pi1[showUid]=25).
53. **Wagner & Co Solartechnik GmbH**. Сайт компании Wagner Solar. [Интернет] <http://www.wagner-solar.com/wagnerDE/SW/05/01.php?navid=39>.
54. **Ökoinstitut**. GEMIS (2009): Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS) – Глобальная модель выбросов интегрированных систем, версия 4.5, Берлин 2009. [Интернет] <http://www.oeko.de/service/gemis/de/index.htm>.
55. **Meteotest**. *METEONORM версия 5.1 (5.0.14)*. Берн: без указания, 2009.
56. **Meteotest**, База данных **Meteonorm**. Общая карта инсоляции для Европы, 1881 – 2000, среднестатистические значения. [Интернет] 10.2009. [www.meteonorm.com](http://www.meteonorm.com).
57. **Журнал «Новости теплоснабжения»**. О нормативно-правовом обеспечении теплоснабжения и повышения эффективности энергопотребления в Российской Федерации. [Интернет] <http://www.energsovet.ru/stat446.html>.
58. **Технопромэкспорт**. *Генеральный проспект*. [Интернет] <http://www.tpe.ru/upload/images/files/Creative%20Power%20rus.pdf>.
59. **РАО «ЕЭС России»**. Федеральная гидрогенерирующая компания ГИДРООГК. [Интернет] [http://www.rao-ees.ru/en/invest/reporting/reports/report2006/ap\\_2006/14\\_17\\_2006.pdf](http://www.rao-ees.ru/en/invest/reporting/reports/report2006/ap_2006/14_17_2006.pdf).

Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014

60. **Российско-Германская внешнеторговая палата.** Олимп-Архив – Мероприятия. *Заседания рабочей группы «Сочи».* [Интернет] 11.2009. <http://russland.ahk.de/olympia-2014/olympia-archiv/>.

61. **Организационный комитет «Сочи-2014».** [Интернет]

62. **Seeger Engineering.** [Интернет] [http://www.seeger.ag/pdf/projektbeschreibungen\\_de\\_1060.pdf](http://www.seeger.ag/pdf/projektbeschreibungen_de_1060.pdf).

## Приложение

### 7 Расчет производительности фотоэлектрической установки в Сочи

Географический список

Месторасположение

Горизонтальная инсоляция  $H_{hor}$   kWh/(m<sup>2</sup> a)

Площадь крыши  m<sup>2</sup>

Доля полезной площади  $f_{nutz}$   %

Коэффициент использования  %

Ориентация  0° (горизонтально)  10°Юг  30°Юг  60°Юг  90°Юг  90°Юг-Восток/Юг-Запад  90°Восто/Запад  90°Север-Восток/Север-Запад  90°Север  другие

надбавка/скидка на скат крыши  $f_{neig}$   %

список модулей

коэффициент полезного действия модуля  %

качество установки и места ее расположения  Оптимальная установка, без затемнения (PR=0.8)  Хорошая установка, без затемнения (PR=0.75)  Хорошая установка, без затемнения (PR=0.7)  Посредственная установка с затемнением (PR=0.6)  Посредственная установка с затемнением (PR=0.5)  Собственное определение

Коэффициент перформанса PR

удельные расходы  $k_{rel}$   €/kWp

срок службы  лет

процентная ставка  %

Анализ результатов

http://volker-quaschnig.de/software/pvertrag/index.php

### Анализ результатов

Месторасположение	
Горизонтальная инсоляция	1280 kWh/(qm a)
надбавка/скидка на скат крыши	17,6 %
Площадь крыши	2001200 qm
Доля полезной площади	12,5 %
Площадь	80 %
коэффициент полезного действия модуля	15 %
Коэффициент перформанса	0,75
срок службы	20
Просрок службы	6 %
теоретическая установленная мощность годовая	28817.279999999995 kWp
производительность спец. годовая	32533556.4 kWhel/a
производительность общие расходы	1129 kWhel/kWp
себестоимость электроэнергии	28817280 €
	0,08 €/kWhel

©2003 by Volker Quaschnig



Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014

**Выходные данные:**

**Заглавие:**

«Сочи – аналитический отчет по энергоэффективности зимней Олимпиады-2014»

**Издатель:**

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

Chausseestrasse 128a

10115 Berlin, Германия

тел.: +49 (0)30 72 61 65 – 600

факс: +49 (0)30 72 61 65 – 699

[info@dena.de](mailto:info@dena.de)

[www.dena.de](http://www.dena.de)

Состояние на 17.12.2009

Все права защищены. Любое использование материалов возможно только с письменного разрешения dena.