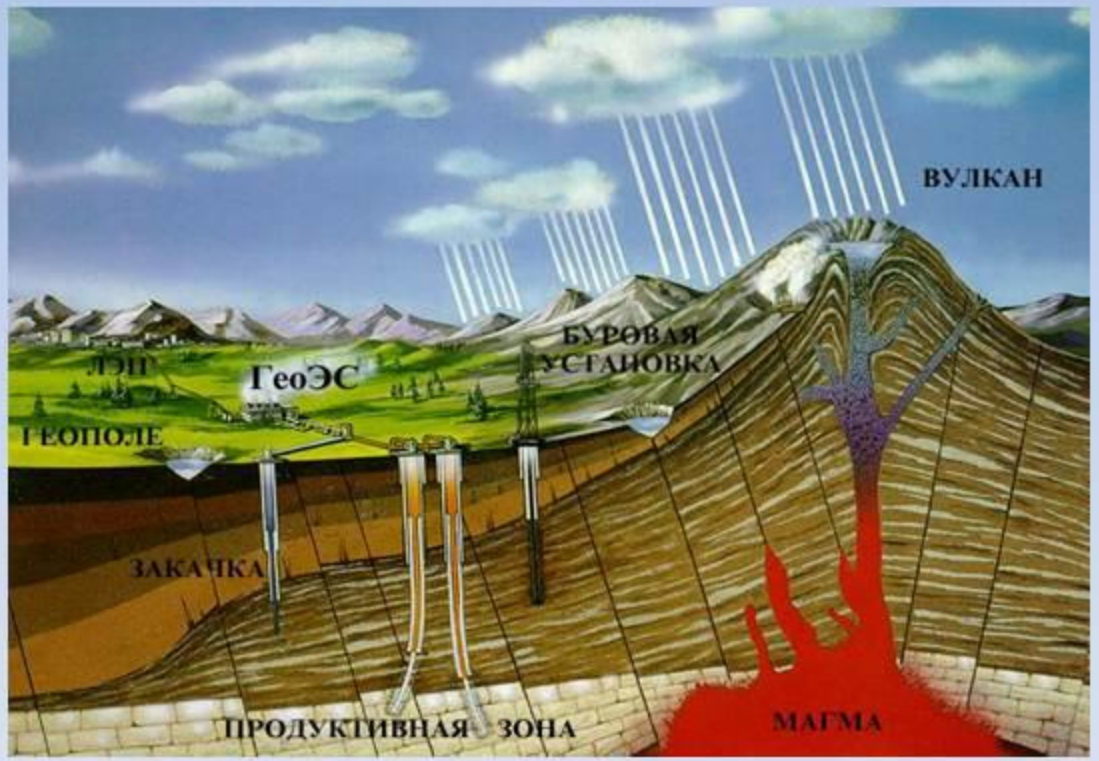
Международный Форум
«Возобновляемая энергетика»
Пути повышения энергетической и экономический эффективности
23 октября 2013 г., г. Москва

REENFOR-2013
RENEWABLE ENERGY FORUM

Научно-технологические приоритеты развития геотермальной энергетики



Докладчик:
Генеральный директор
ЗАО «Геотерм-ЭМ»
Д.т.н., профессор
Томаров Григорий Валентинович

Круглый стол технологической платформы «Перспективные технологии возобновляемой энергетики»

Современное развитие мировой геотермальной энергетики

- Суммарная установленная мощность ГеоЭС в мире (на 2010 г.) – 10.715 МВт;
- Рост суммарной установленной мощности ГеоЭС составляет 20 % за пять лет;
- Средний коэффициент использования установленной мощности ГеоЭС – 75-80 % (для сравнения энергоустановки на ветровой энергии – 20-25 %, на солнечной – 15 %);
- США – лидер по суммарной установленной мощности ГеоЭС – 3.093 МВт (в России – 82 МВт на 2010 г.).
- Только пять стран (США, Италия, Индонезия, Новая Зеландия и Япония) обладают высокотемпературными геотермальными источниками в виде перегретого пара.
- В ряде стран в геотермальной энергетике используется только бинарные установки работающие на геотермальной воде: Гватемала – 8 энергоблоков (52 МВт), Португалия – 5 (29 МВт), Германия – 3 (7 МВт), Австрия – 2, Австралия – 3 и другие.
- В основном в мировой практике ГеоЭС используют геотермальный теплоноситель в виде влажного пара.
- ***Принципиальные преимущества геотермальной энергетики:***

✓ ***Низкая себестоимость электроэнергии;***

✓ ***Независимость от климатических условий;***

✓ ***Экологическая чистота***

Основные задачи современной геотермальной энергетики

- Поиск геотермальных ресурсов, оценка их качества и вывод на поверхность Земли;
- Создание высокоэффективных технологических систем оборудования для производства электроэнергии и теплоснабжения, адаптированных под характеристики различных геотермальных источников;
- Обеспечение высоких показателей эффективности и надежности эксплуатации геотермальных электростанций.

Современные технологические схемы ГеоЭС

- С турбинами на геотермальном паре:

✓ с противодавлением (выхлоп в атмосферу);

✓ конденсационными на перегретом паре;

✓ конденсационными на влажном паре без промежуточного ввода пара;

✓ конденсационными на влажном паре с промежуточным вводом пара.

- ГеоЭС бинарного цикла с турбинами на низкокипящем рабочем теле;
- ГеоЭС комбинированного цикла с турбинами на геотермальном паре с бинарными установками на низкокипящем рабочем теле.

Экологически чистая В-М ГеоЭС

Май 1995 г.

Отправка сепараторов на Камчатку самолетом АН-124

Август 1996 г.

Монтаж системы подготовки пара В-МГеоЭС

Площадка В-МГеоЭС. Май 1996 г.
Высота снежного покрова - 9 м.

Испытания системы подготовки пара, август 1997 г.

Блочно-модульная Верхне-Мутновская ГеоЭС 12(3х4) МВт - полностью экологически чистая электростанция, построенная на Камчатке в сложнейших климатических условиях, успешно работает с 1999 г.

Мутновская ГеоЭС 50(2х25) МВт

Главный корпус, ОВК и КРУЭ-220 кВ МГеоЭС

Сепараторы 1ступени в здании сепараторной

Машинный зал МГеоЭС

Мутновская ГеоЭС - 50 (2х25) МВт создана в короткие сроки, с использованием новых методов монтажа и строительства и введена в эксплуатацию в 2002 г.

Фундаментальные исследования в области геотермальной энергетики позволили создать в России самую современную высокоэффективную, полностью автоматизированную геотермальную электростанцию, которая обеспечивает Камчатку дешевой электроэнергией, получаемой из тепла Земли

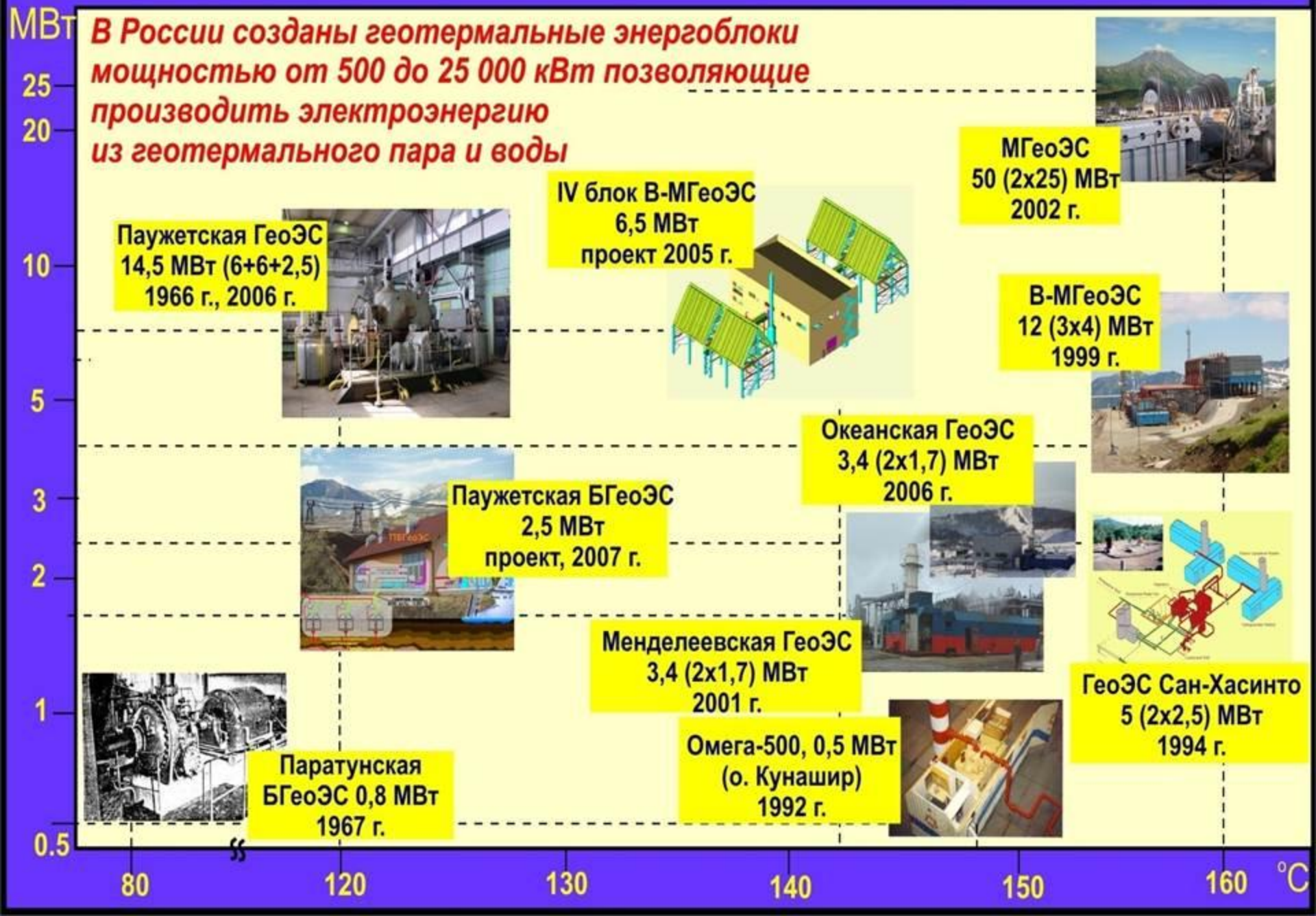
Мутновское геотермальное поле

ГеоЭС на Камчатке и Курильских островах

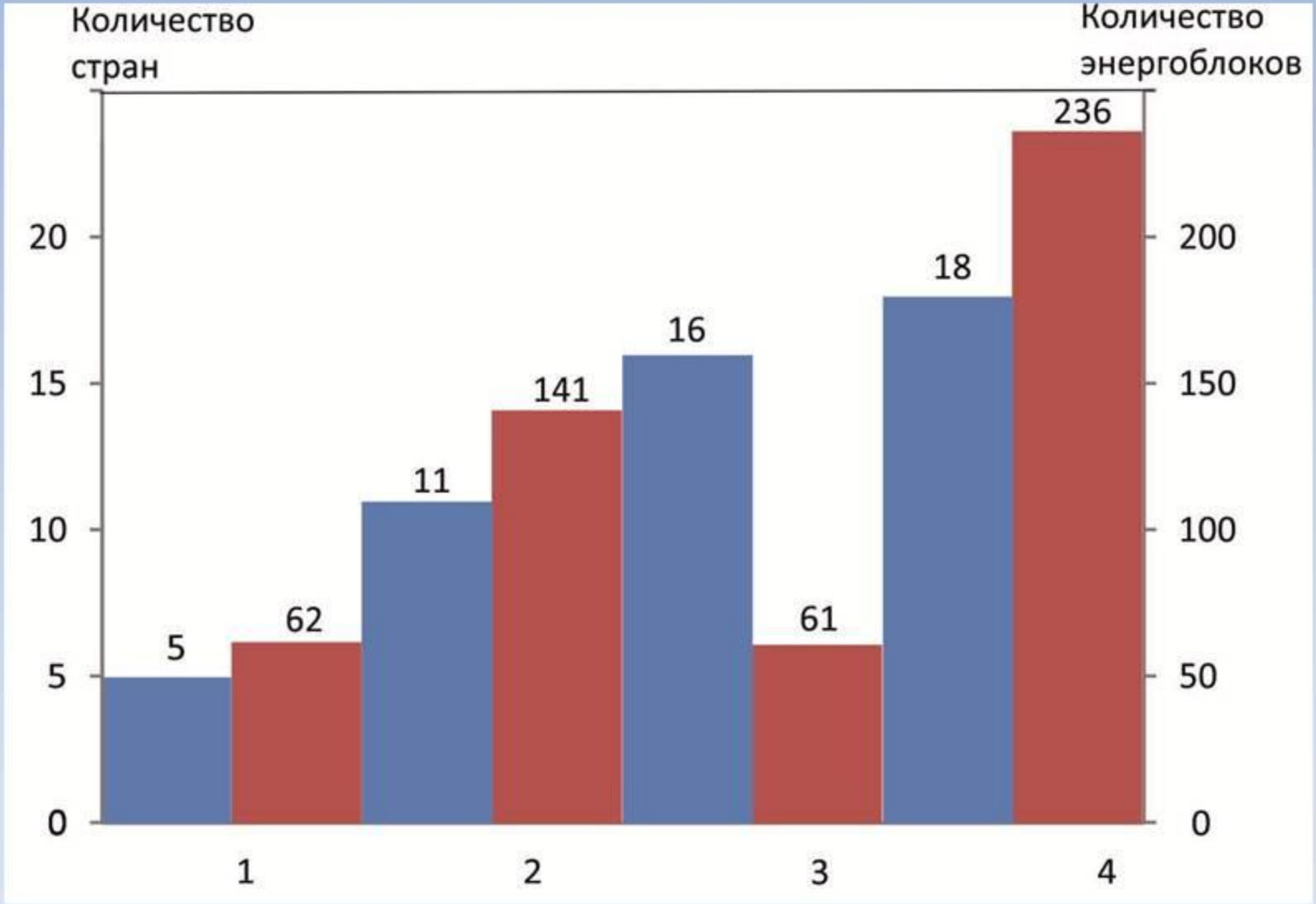
Тепло Земли – гарантия успешного развития Камчатки и Курил

ЗАО "ГЕОИНКОМ" ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ИНЖИНИРИНГОВАЯ КОМПАНИЯ
JSC "GEOENCOM"

ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА РОССИИ



Количество энергоблоков и стран, использующих различные технологические циклы ГеоЭС



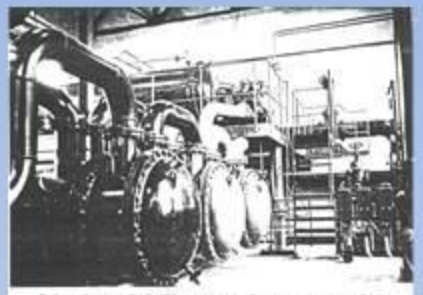
типы ГеоЭС: 1 – на перегретом паре; 2 – с прямым циклом;
3 – со вторичным испарением теплоносителя; 4 – с бинарным циклом.

Использование различных типов ГеоЭС в странах мира

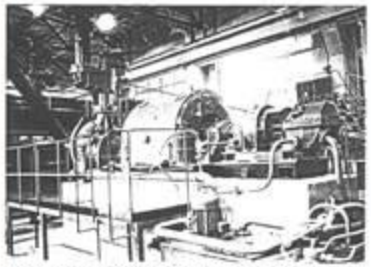
	Back Pressure		Binary		Single Flash		Double Flash		Dry Steam		TOTAL	
Country	MW	Unit	MW	Unit	MW	Unit	MW	Unit	MW	Unit	MW	Unit
Australia			1	2							1	2
Austria			1	3							1	3
China							24	8			24	8
Costa Rica	5	1	21	2	140	3					166	6
El Salvador			9	1	160	5	35	1			204	7
Ethiopia			7	2							7	2
France			2	1	10	1	5	1			16	3
Germany			7	3							7	3
Guatemala			52	8							52	8
Iceland			10	8	474	14	90	3			575	25
Indonesia	2	1			735	14			460	7	1197	22
Italy					88	5			755	28	843	33
Japan			2	2	349	14	160	3	24	1	535	20
Kenya			14	3	153	7					167	10
México	75	15	3	2	410	15	470	5			958	37
New Zealand	47	5	137	24	290	12	100	1	55	1	628	43
Nicaragua	10	2	8	1	70	2					88	5
Papua New Guinea	6	1			50	2					56	3
Philippines			209	18	1330	31	365	7			1904	56
Portugal			29	5							29	5
Russia					82	11					82	11
Thailand							0	1			0	1
Turkey			14	2	20	1	47	1			82	4
USA			653	149	59	4	795	30	1585	25	3094	209
TOTAL	**145**	**25**	**1178**	**236**	**4421**	**141**	**2092**	**61**	**2878**	**62**	**10715**	**526**

Российские бинарные технологии

Хладоновая одноступенчатая центростремительная турбина ТФ-60/0,75

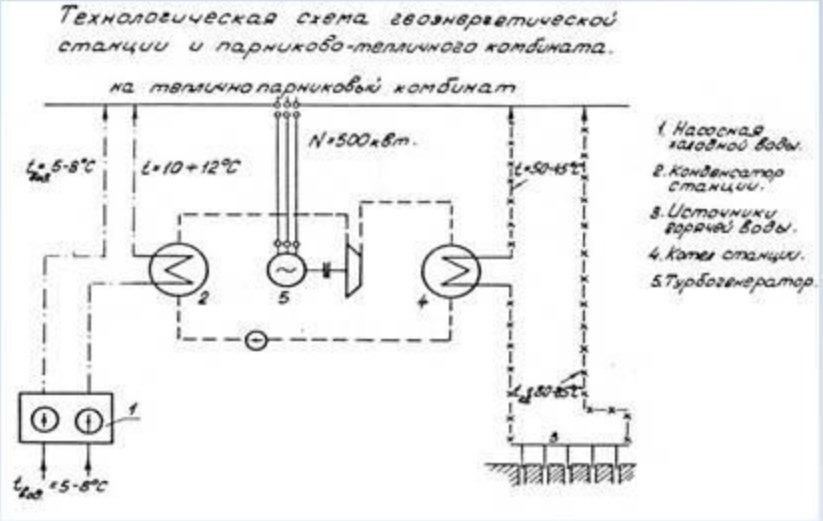


Подогреватели ПФГ-150 котла и конденсаторная площадка



Турбогенератор ТФ-60/0,75 в машинном зале электростанции

ПЕРВАЯ В МИРЕ геотермальная электростанция с бинарным циклом была построена в СССР в 1967 г.на р. Паратунка (Камчатка)



Техническая характеристика установки

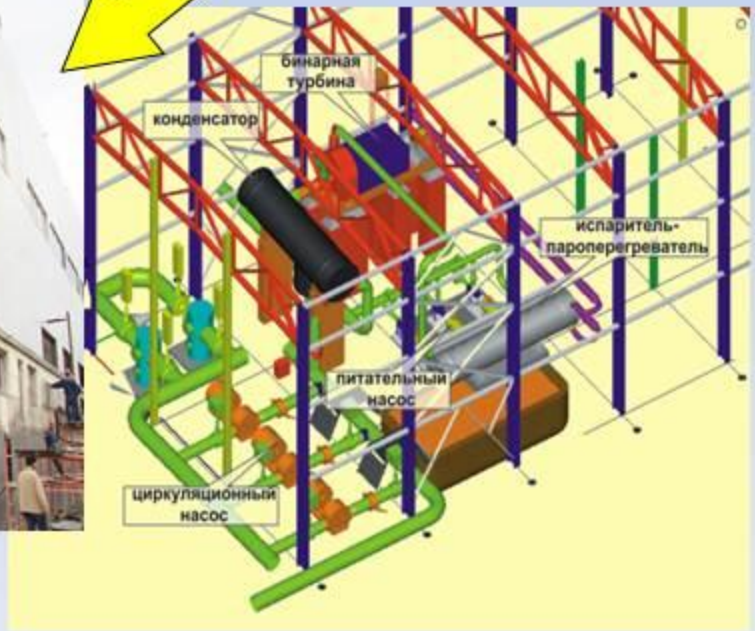
Индекс	УЭФ-90/0,5
Рабочее тело	хладон-12
Мощность, отдаваемая установкой потребителю	500 кВт
Мощность на клеммах генератора	720 кВт
Температура геотермальной воды на входе в установку	90^0C
Расход геотермальной воды	200 $м^3$\ч
Температура охлаждающей воды	5^0C
Расход охлаждающей воды	1500 $м^3$\ч
Давление хладона на входе в турбину	14 кг\$см^2$
Давление хладона за турбиной	5 кг\$см^2$
Внутренний относительный КПД турбины	0,8

КАМЧАТКА.. Бинарный энергоблок мощностью 2,5 МВт Паужетской ГеоЭС. Пилотный проект.

Более 200 кг/с геотермального сепарата с t=120°С сбрасывается в р. Паужетка

Установленная мощность 2,5 МВт
Температура сепарата на входе- 120°С
Температура сепарата на выходе- 62°С Расод сепарата 118 кг/с Расход охлажд. Воды 1500 м³/ч

Принципиальная тепловая схема



Технические характеристики

Мощность электрическая 2500 кВт

Теплоноситель – горячая вода (сепарат) с Т=120°С Температура сепарата на выходе Т=62°С

Расход сепарата 118 кг/с

Охлаждающая вода из р. Паужетка с Т=8°С

Расход охлаждающей воды 1500 м3/ч

Органическое рабочее тело – хладон R-134a

Параметры пара перед турбиной Р = 2,3 МПа, Т=76°С

Параметры пара в конденсаторе Р=0,76 МПа, Т=33°С

Расход ОРТ в контуре 144,8 кг/с

Основные условия реализации проектов ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы»

Мероприятие 1.1
Срок реализации 1 - 2 года.
Требования в части привлечения внебюджетного софинансирования проектов не предъявляются.
Объем финансирования проектов определяется научно-координационным советом Программы.

Мероприятие 1.2
Срок реализации 1 - 3 года, многоэтапных проектов до 5 лет.
Объем финансирования проектов может составлять до 20 млн. рублей в год.
Объем привлекаемого внебюджетного софинансирования должен составлять не менее 10 процентов общего объема финансирования.

Мероприятие 1.3
Срок реализации 2-3 года.
Объем финансирования проектов может составлять 15 - 30 млн. рублей в год.
Объем привлекаемого внебюджетного софинансирования должен составлять не менее 40 процентов общего объема финансирования для проектов, выполняемых по инициативе бизнес-сообщества, не менее 20 процентов - для проектов, выполняемых по инициативно сформированной тематике, до 15 процентов - для проектов, выполняемых по директивно сформированной тематике.

Мероприятие 1.4
Сроки исполнения проектов определяются научно-координационным советом Программы.
Объем финансирования проектов может составлять до 100 млн. рублей в год.
Объем привлекаемого внебюджетного софинансирования должен составлять не менее 10 процентов общего объема финансирования проекта (с увеличением до 20 процентов к 2020 году).

Перспективные направления научно-технологического развития по геотермальным технологиям

I. Разработка научно-технологической концепции и технических предложений по созданию комбинированных геотермальных энергоблоков для утилизации сбросного теплоносителя действующих российских ГеоЭС;

II. Выполнение научно-исследовательских работ по отработке геотермальных бинарных энерготехнологий на базе пилотной установки на Паужетской ГеоЭС;

III. Разработка высокоэффективных гибридно-каскадных технологических систем использования геотермального теплоносителя;

IV. Проведение научно-технических исследований по обоснованию оптимальных технологических комплексов на основе использования ресурсов перспективных российских геотермальных месторождений;

V. Проведение исследований и разработок в обоснование повышения надежности и эффективности ГеоЭС за счет снижения эрозионно-коррозионного износа оборудования и предупреждения отложений в технологическом контуре ГеоЭС.

Предложения по конкурсным тематикам по направлению «Геотермальная энергетика» технологической платформы в ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы»

№ Мероприятия	Название тематики (№ направления)	Сроки выполнения	Заявитель
1.1. Формирование научно-технологических приоритетов и прогнозирование развития научно-технической сферы	Определение системы научно-технологических приоритетов и прогнозирование развития отечественных геотермальных энерготехнологий с учетом ресурсной базы, уровня российских научно-технических разработок и потенциала промышленного комплекса, а также опыта эксплуатации ГеоЭС в России и за рубежом (IV)	2014÷2015	ЗАО «Геотерм-ЭМ»
1.2. Исследование по направлениям создания научно-технологического задела	Проведение исследований по решению комплексных научно-технических задач создания бинарных энергоблоков способных работать на низкопотенциальном геотермальном теплоносителе различного качества (решается задача расширения ресурсной базы для БалАЭС) (II)	2014÷2016	ЗАО «Геотерм-ЭМ»
	Проведение исследований с целью разработки комбинированных энергоблоков, обеспечивающих значительное повышение высокоэффективности использование потенциала одно- и двухфазного геотермального теплоносителя (решается задача разработки комбинированных энергоблоков включающих турбоустановку на паре и органическом низкокипящем теле) (I)	2014÷2016	ЗАО «Геотерм-ЭМ»
	Проведение исследований с целью выбора оптимальных органических рабочих тел повышающих эффективность, безопасность и экологическую читстоту бинарных энергоустановок для утилизации сбросного геотермального теплоносителя с температурой 80÷120 °С (II)	2014÷2016	ЗАО «Геотерм-ЭМ»

Предложения по конкурсным тематикам по направлению «Геотермальная энергетика» технологической платформы в ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы»

№ Мероприятия	Название тематики (№ направления)	Сроки выполнения	Заявитель
1.3. Прикладные исследования, направленные на создание опережающего научно-технологического задела для развития отраслей экономики	Комплексные исследования с целью обоснования возможности создания и технических предложений по сооружению опытно-промышленной ГеоТЭС мощностью 10 МВт на базе выработанных нефтяных месторождений в республике Дагестан (IV)	2014÷2015	ЭНИН
	Проведение прикладных исследований по разработке гибридно-каскадных систем комплексного использования геотермальных ресурсов для теплоэлектроснабжения предприятий и жилищно-коммунального хозяйства (III)	2014÷2016	ЗАО «Геотерм-ЭМ»
1.4. Прикладные исследования, направленные на решение комплексных научно-технологических задач	Разработка и внедрение комплексных технологий энерго- и водоснабжения для решения социально значимых проблем населения на примере геотермальных самоизливающихся, неконтролируемых минерализованных вод артезианского бассейна Северного Дагестана (III)	2014÷2016	Дагестанский государственный университет (ДГУ)
	Разработка технологии комплексной утилизации отработанных геотермальных минерализованных вод (III)	2014÷2016	Институт проблем геометрии ДНЦ РАН
	Разработка технологий комбинированных геотермально-парогазовых энергетических систем (III)	2014÷2016	Институт проблем геометрии ДНЦ РАН

Приоритетные геотермальные энергетические проекты России

Камчатская область:

- Создание пилотной Паужетской бинарной геотермальной электростанции (ПБГеоЭС) мощностью 2,5 МВт (ведутся пуско-наладочные работы);
- Расширение Мутновской ГеоЭС (50 МВт) за счет использования сбросного теплоносителя (увеличение мощности на 13 МВт);
- Строительство 2-ой очереди Мутновской ГеоЭС мошностью (2Х25) 50 МВт
- Сооружение геотермального теплоснабжения г.Елизово (Елизовского района) мощностью 70 Гкал/час;

Курильские острова:

- Расширение Океанской ГеоЭС (3,6 МВт) до 12,6 МВт (о.Итуруп);
- Сооружение системы геотермального теплоснабжения г.Курильска (> 10 Гкал/час) (о.Итуруп);
- Сооружение Северо-Курильской ГеоТЭС мощностью 4,5 $МВт_э$ и 8,0 $МВТ_т$ (о.Парамушир);
- Реконструкция Менделеевской ГеоЭС (2х1,8 МВт=3,6 МВт) с увеличением установленной мощности до 10,0 МВт (о.Кунашир).

Краснодарский край:

- Демонстрационный проект комплексного использования геотермальных ресурсов и других ВИЭ для энергоснабжения ЖКХ и производственных предприятий п.Розовый (пущен в 2010 году);
- Сооружение системы геотермального электро- (на основе бинарной электростанции мощностью 2,5 МВт) и теплоснабжения (40,0 МВт) г.Лабинска;
- Создание системы комплексного использования геотермальных ресурсов для Энергоснабжения п.Мостовской 20,0 $МВт_т$.

Ставропольский край:

- Создание локальной системы геотермального энергоснабжения на основе георесурсов Казьминского месторождения со строительством КБГеоЭС (4,0 $МВт_э$ и 60,0 $МВт_т$).