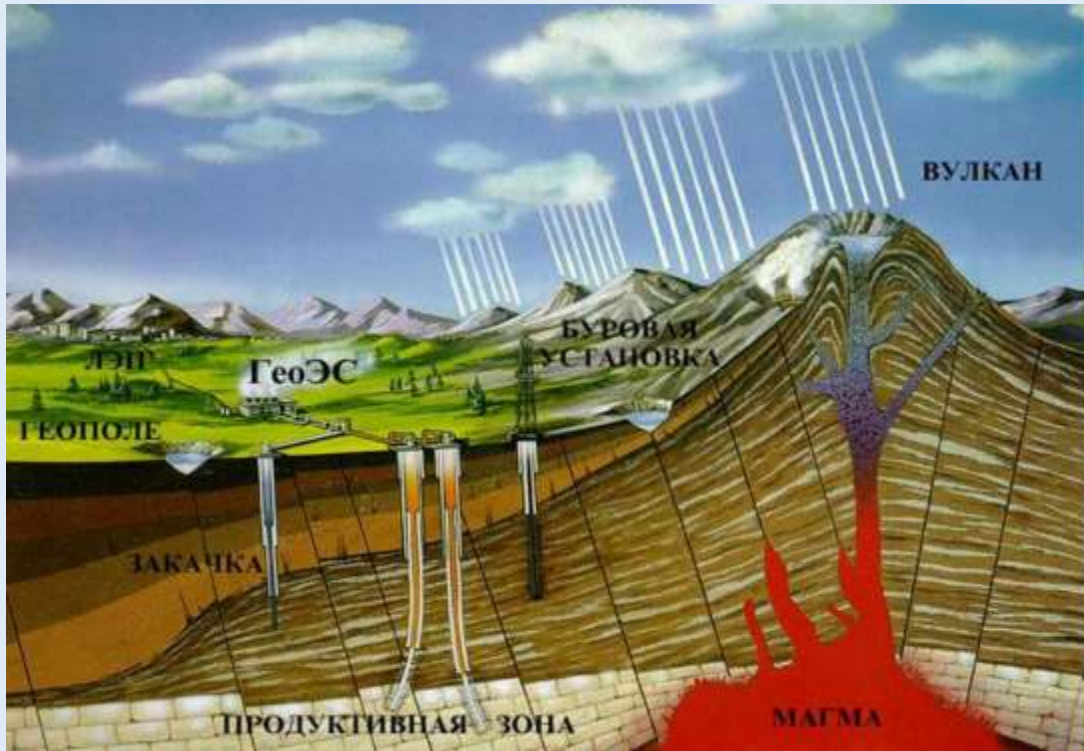


Перспективные геотермальные энерготехнологии



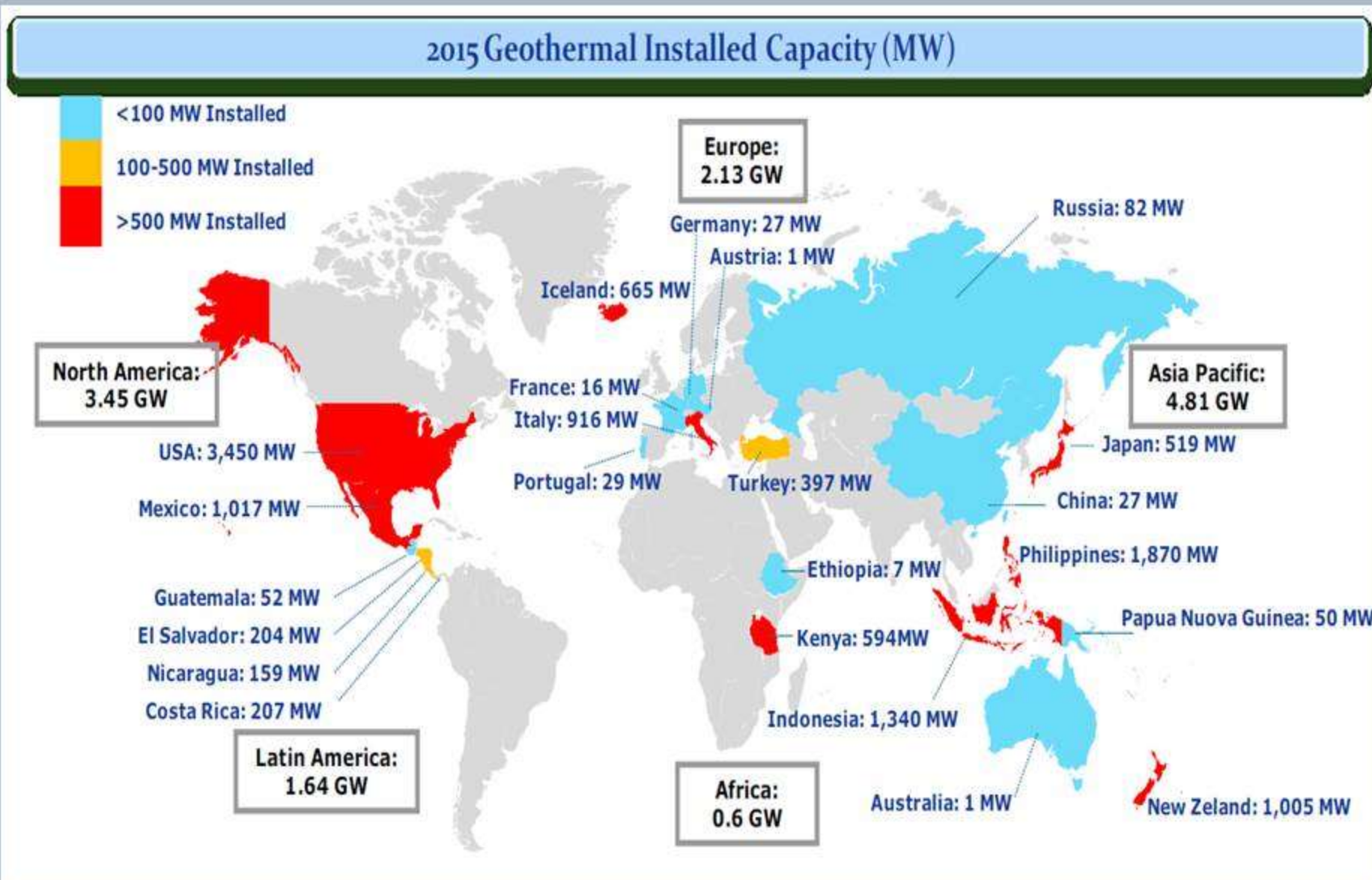
Докладчик:
Генеральный директор
ООО «Геотерм-ЭМ»
д.т.н., профессор

ТОМАРОВ Григорий Валентинович

Представленные в докладе результаты получены при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (соглашение о предоставлении субсидии №14.576.21.0046, уникальный идентификатор прикладных научных исследований RFMEFI57614X0046) в рамках выполнения федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы»

27 октября 2015 г. Международный конгресс REENCON- XXI”

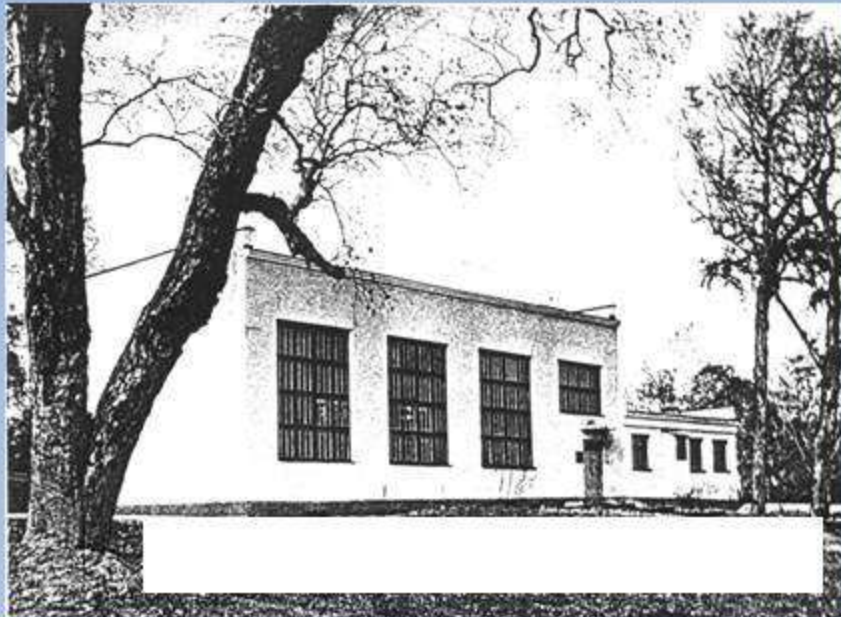
Установленная мощность ГеоЭС в мире (WGC-2015)



Суммарная установленная мощность (МВтэ) различных типов энергоблоков ГеоЭС в странах мира на 2015 год

Страна	Противодавление, атм	Бинарные	2 давления сепарации	на перегретом паре	Гибридные	1 давление сепарации	3 давления сепарации	Всего
Австралия		1						1
Австрия		1						1
Китай		3	24			1		28
Коста-Рика	5	63				140		208
Сальвадор		9	35			160		204
Эфиопия		7						7
Франция		2	5			10		16
Германия		27						27
Гватемала		52						52
Исландия		10	90			564		665
Индонезия		8		460		873		1340
Италия		1		795		120		916
Испания		7	135	24		355		520
Кения	48	4				543		594
Мексика	75	3	475			466		1019
Новая Зеландия	44	265	356			209	132	1005
Никарагуа	10	8				142		160
Папуа - Новая Гвинея						50		50
Филиппины		219	365			1286		1870
Португалия		29						29
Румыния		0						0
Россия						82		82
Тайвань		0						0
Таиланд			0					0
Турция		198	178			20		397
США		873	881	1584	2	60	50	3450
Всего	181	1790	2544	2863	2	5079	182	12640

Российские бинарные технологии



Хладонная одноступенчатая центроспрейтельная турбина ТФ-60/0,75

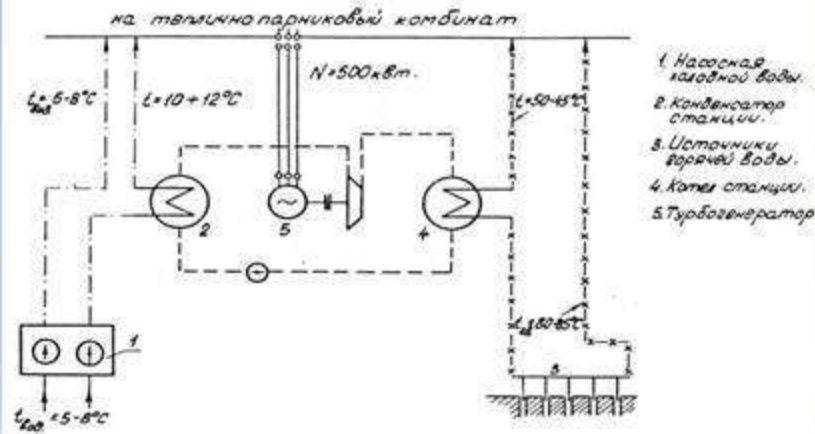


Подогреватели ППФ-150 котла и конденсаторная площадка

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)

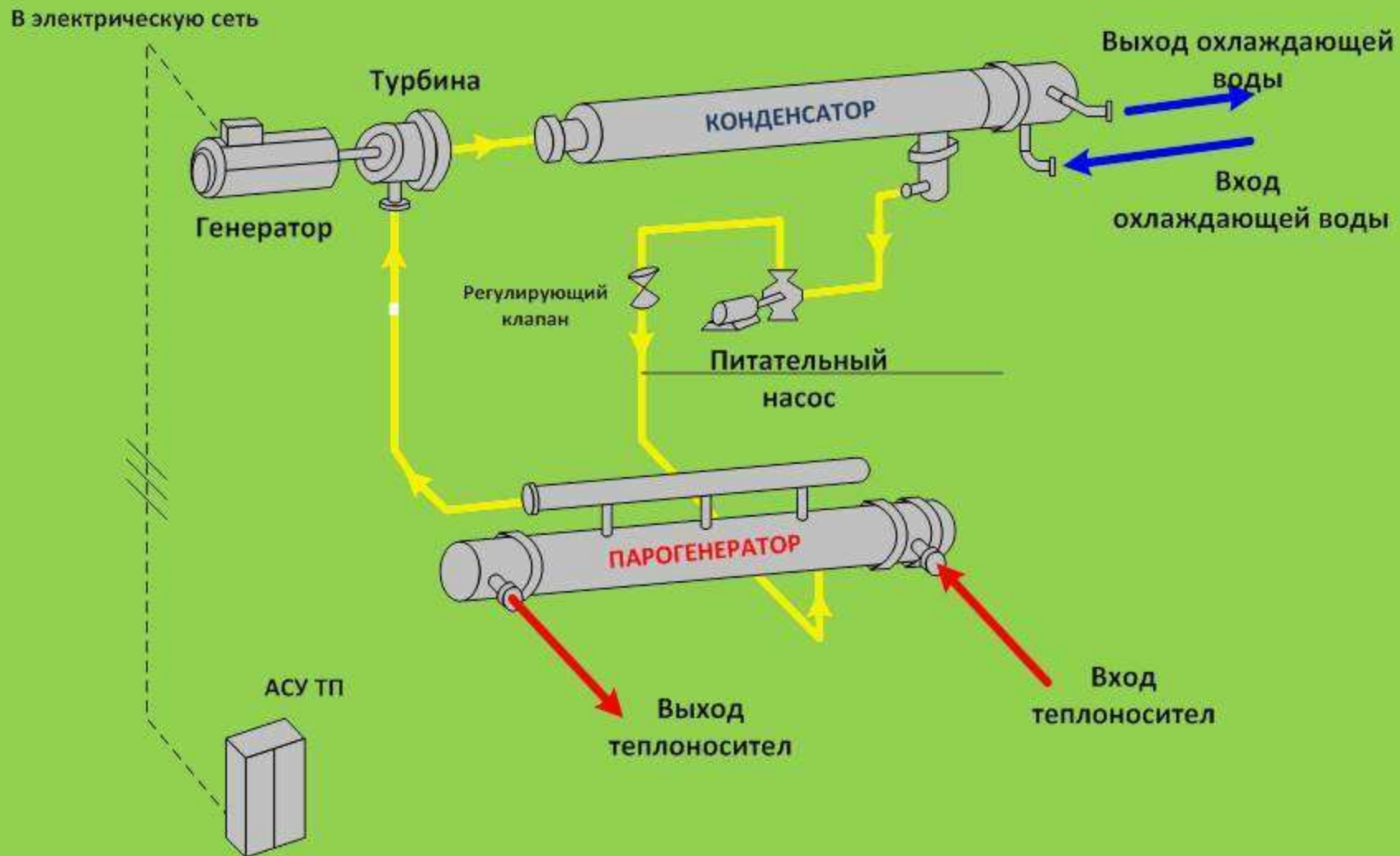
Технологическая схема геотермальной электростанции и парниково-тепличного комбината.



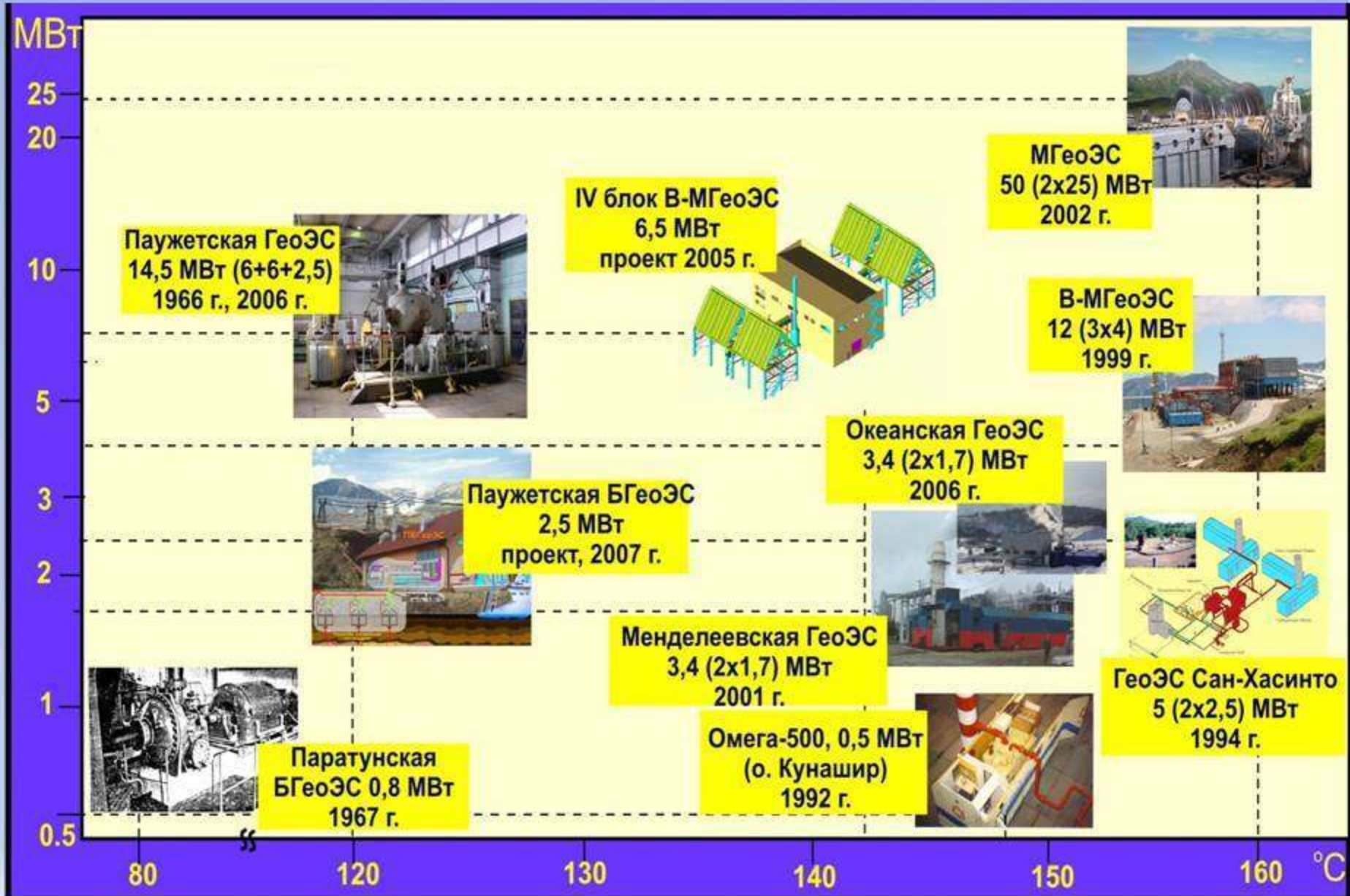
Техническая характеристика установки

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°C
Расход геотермальной воды.....	$200 \text{ м}^3/\text{ч}$
Температура охлаждающей воды.....	5°C
Расход охлаждающей воды.....	$1500 \text{ м}^3/\text{ч}$
Давление хладона на входе в турбину.....	14 кг/см^2
Давление хладона за турбиной.....	5 кг/см^2
Внутренний относительный КПД турбины.....	0,8

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ОРГАНИЧЕСКОГО ЦИКЛА РЕНКИНА



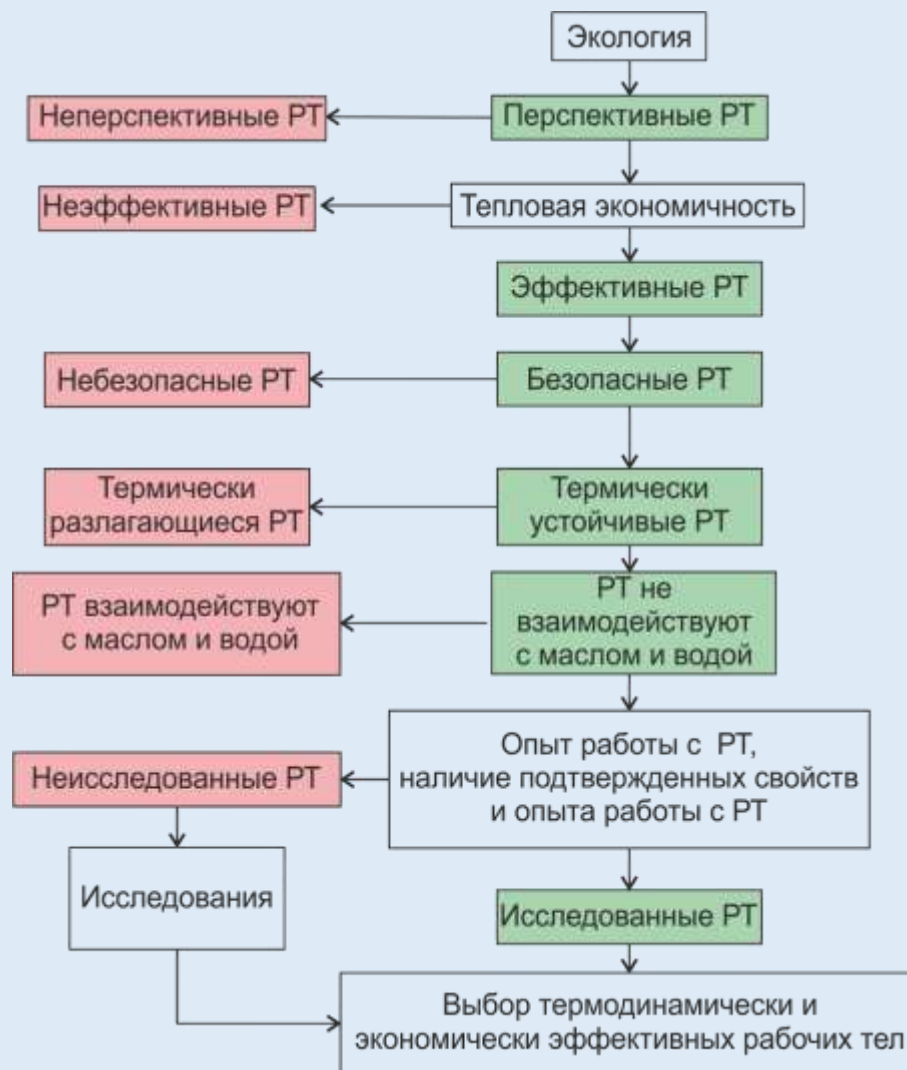
Российские энергоблоки для геотермальных ресурсов с различной температурой



Российский научно-промышленный потенциал производства оборудования и сооружения объектов электрогенерации на основе ВИЭ



Принципиальная блок-схема выбора рабочих тел, обеспечивающих наибольшую эффективность бинарных установок



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

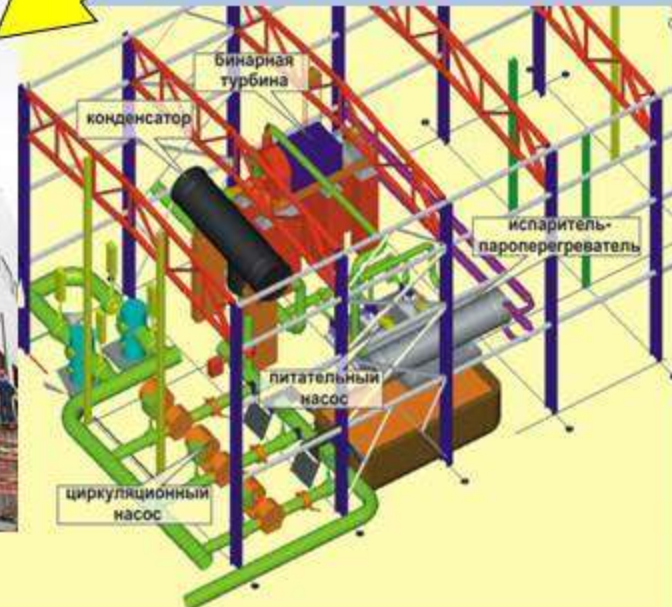
Более 200 кг/с геотермального сепарата с $t=120^{\circ}\text{C}$ сбрасывается в р. Паужетка



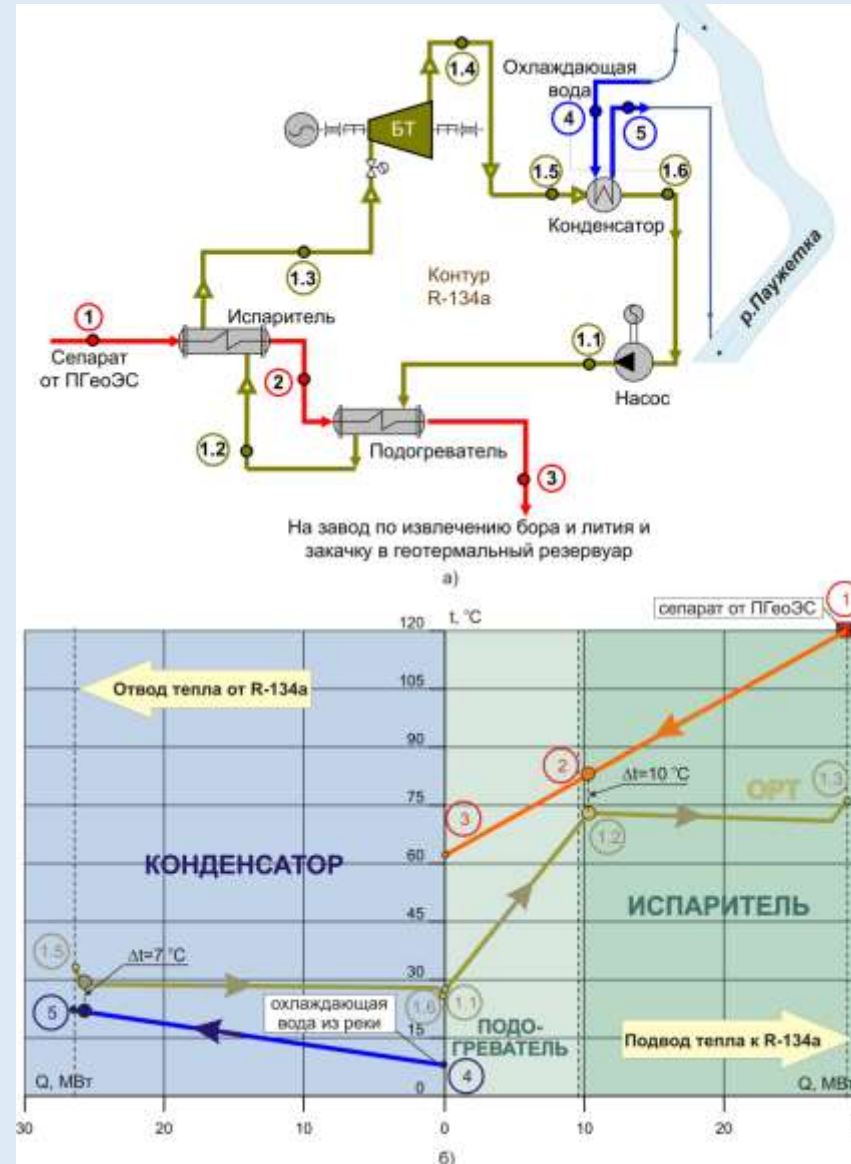
Паужетская ГеоЭС 12 МВт



Установленная мощность	2,5 МВт
Температура сепарата на входе	120°C
Температура сепарата на выходе	62°C
Расход сепарата	118 кг/с
Расход охлад. Воды	1500 м ³ /ч



Принципиальная тепловая схема, основные расчетные точки ПБгеоЭС (а) и t-Q диаграмма теплообменного оборудования (б)



Технические характеристики

Мощность электрическая 2500 кВт

Теплоноситель – горячая вода (сепарат) с $T=120^{\circ}\text{C}$ Температура сепарата на выходе $T=62^{\circ}\text{C}$

Расход сепарата 118 кг/с

Охлаждающая вода из р. Паужетка с $T=8^{\circ}\text{C}$

Расход охлаждающей воды 1500 м³/ч

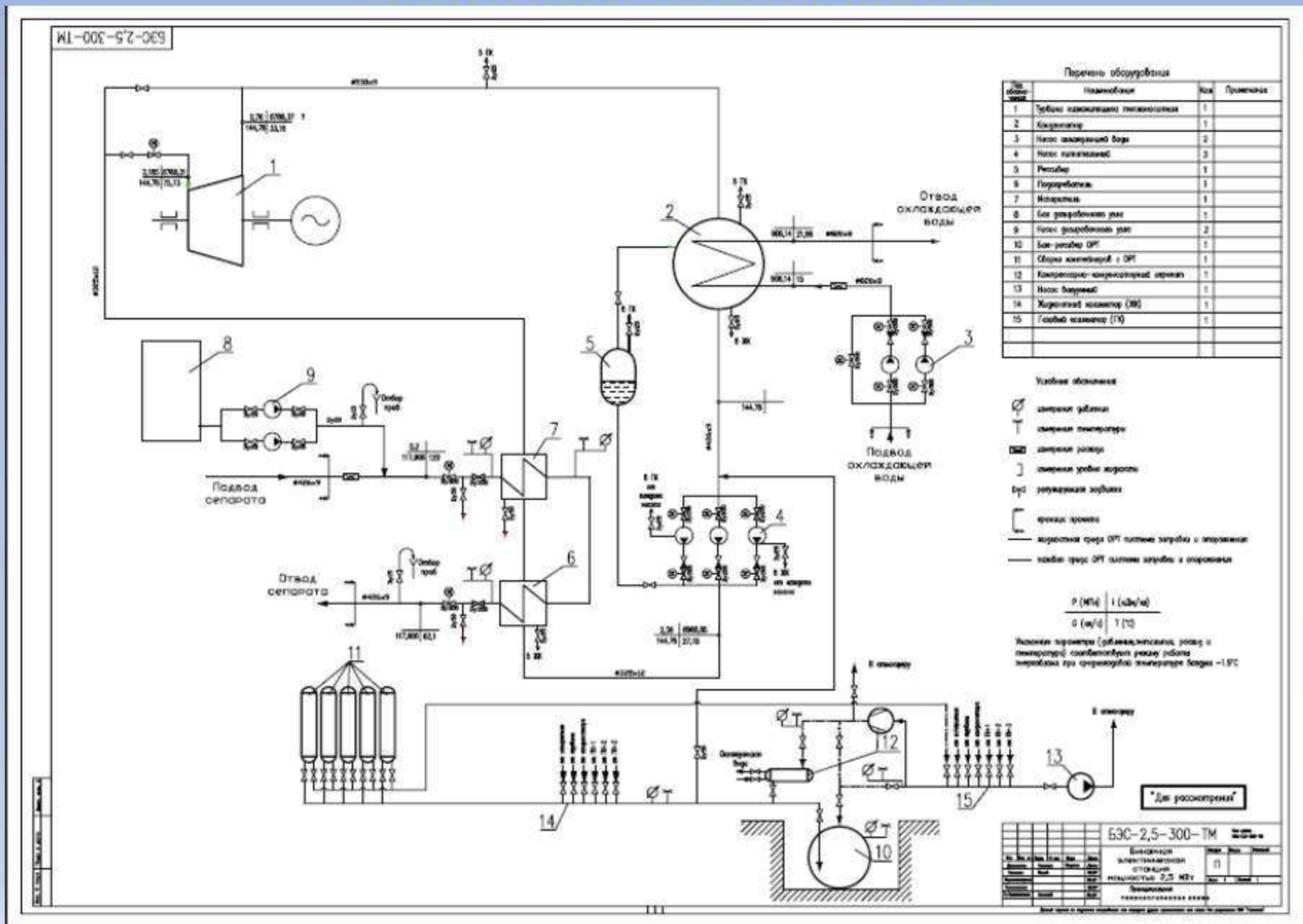
Органическое рабочее тело – хладон R-134a

Параметры пара перед турбиной $P = 2,3 \text{ МПа}$, $T=76^{\circ}\text{C}$

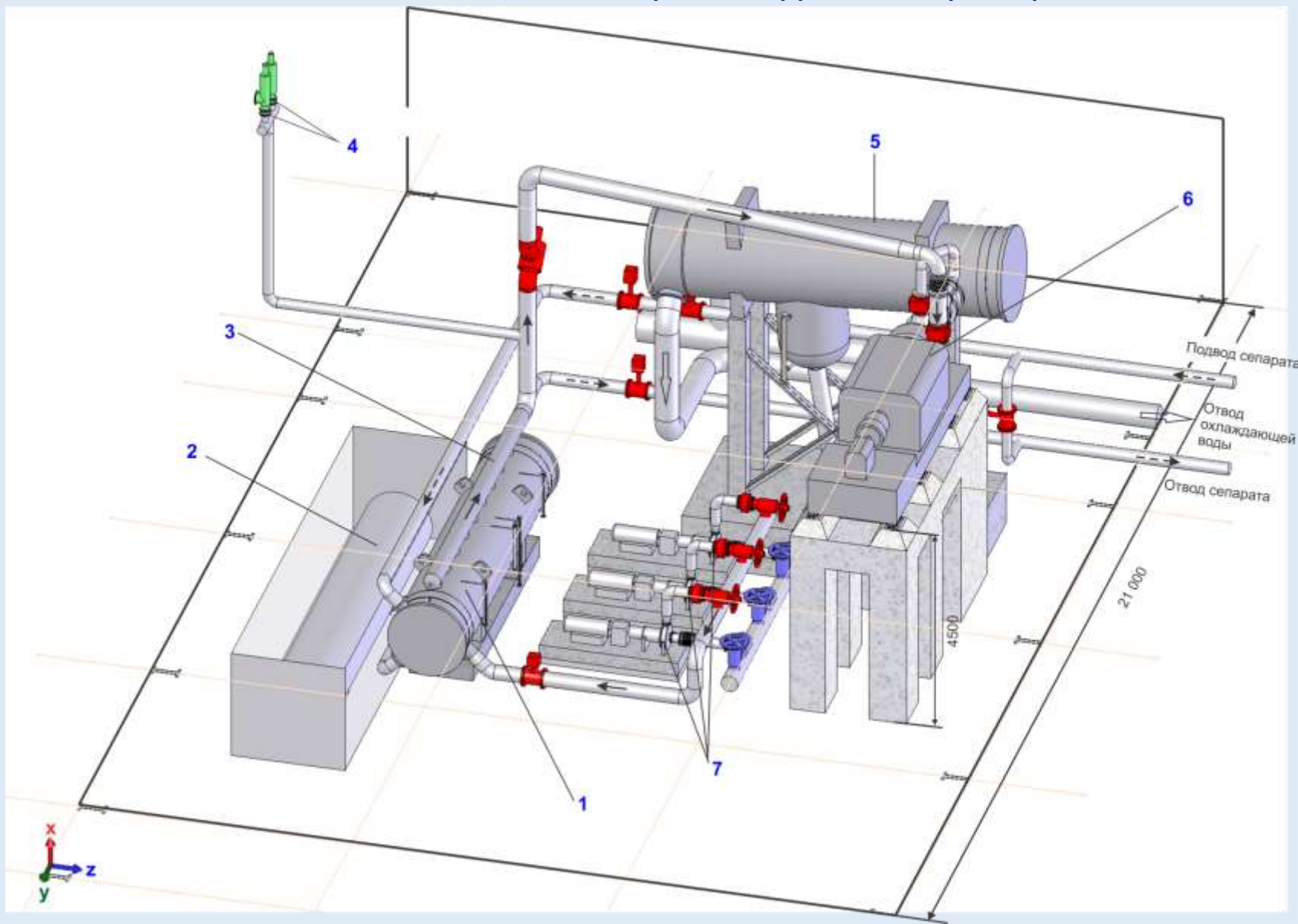
Параметры пара в конденсаторе $P=0,76 \text{ МПа}$, $T=33^{\circ}\text{C}$

Расход ОРТ в контуре 144,8 кг/с

Технологическая схема БЭС



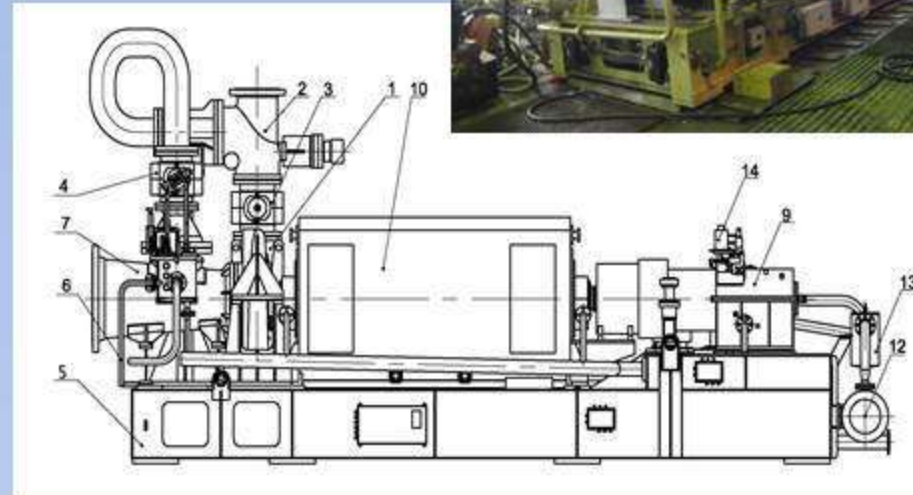
Компоновка основного оборудования энергоблока с бинарным циклом мощностью 2.5 МВт на Паужетской ГеоЭС. 1 – испаритель-пароперегреватель; 2 – бак-ресивер; 3 – паровой коллектор; 4 – предохранительные клапаны, 5 – конденсатор; 6 – турбогенератор; 7 – питательные насосы



Оборудование бинарного энергоблока 2,5 МВт на Паужетской ГеоЭС

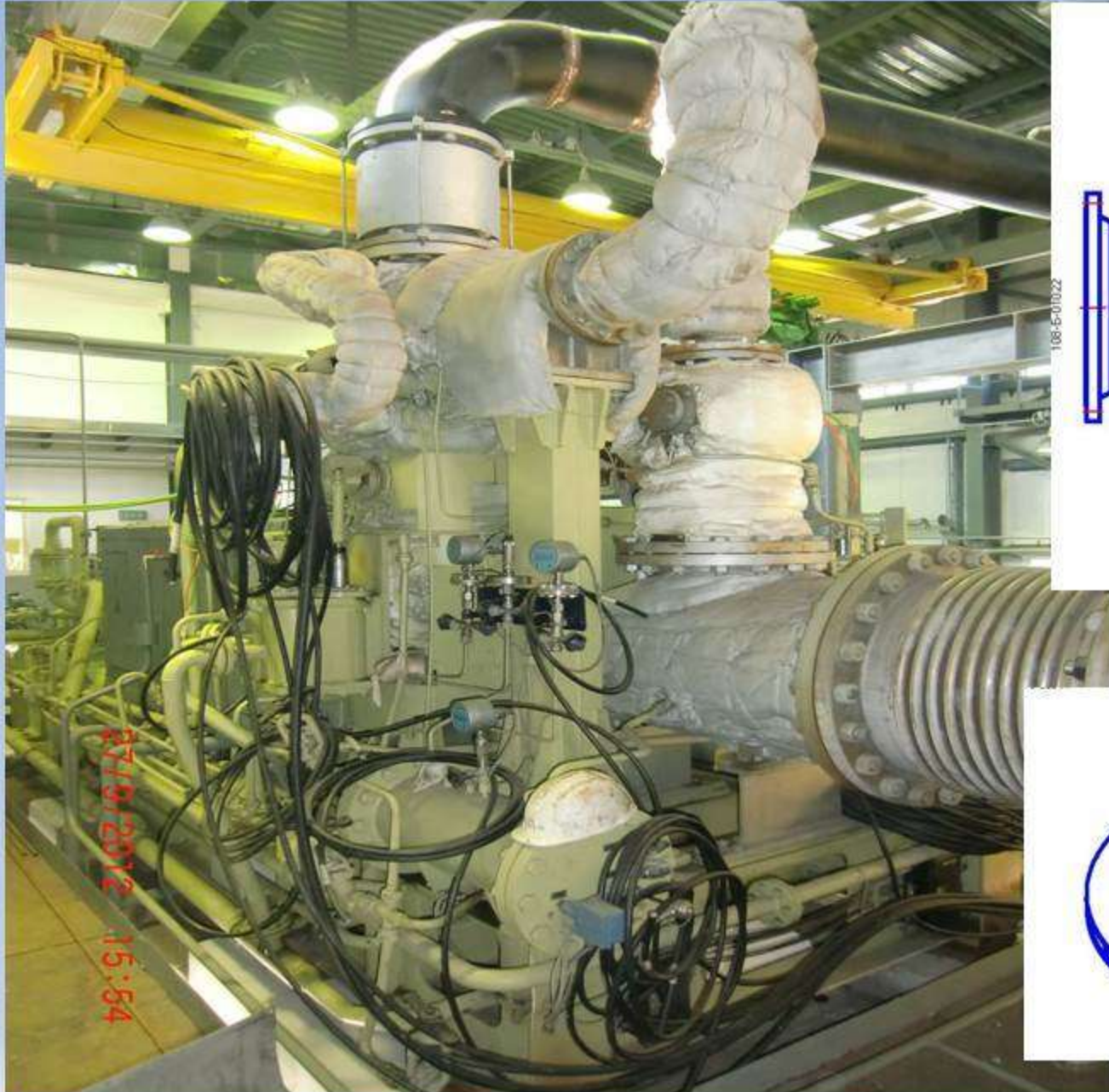


Турбогенератор



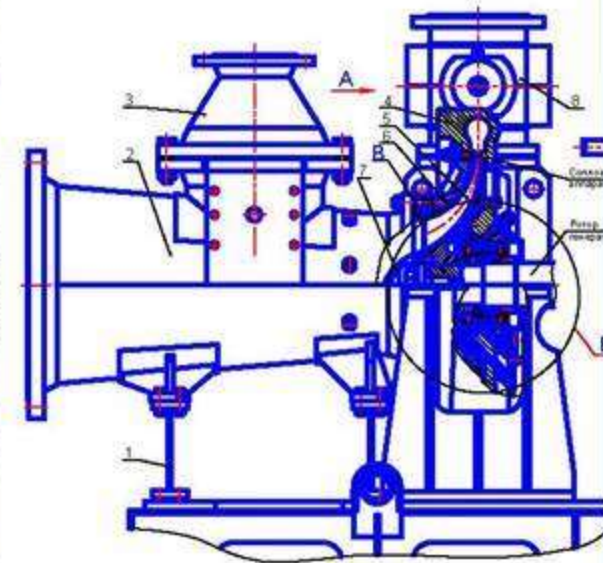
Все основное оборудование бинарного энергоблока разработано и изготовлено в России

Турбина бинарного энергоблока



27.09.2012 15:54

ТУРБИНА



Рабочее колесо



Машинный зал Паужетской БГеоЭС



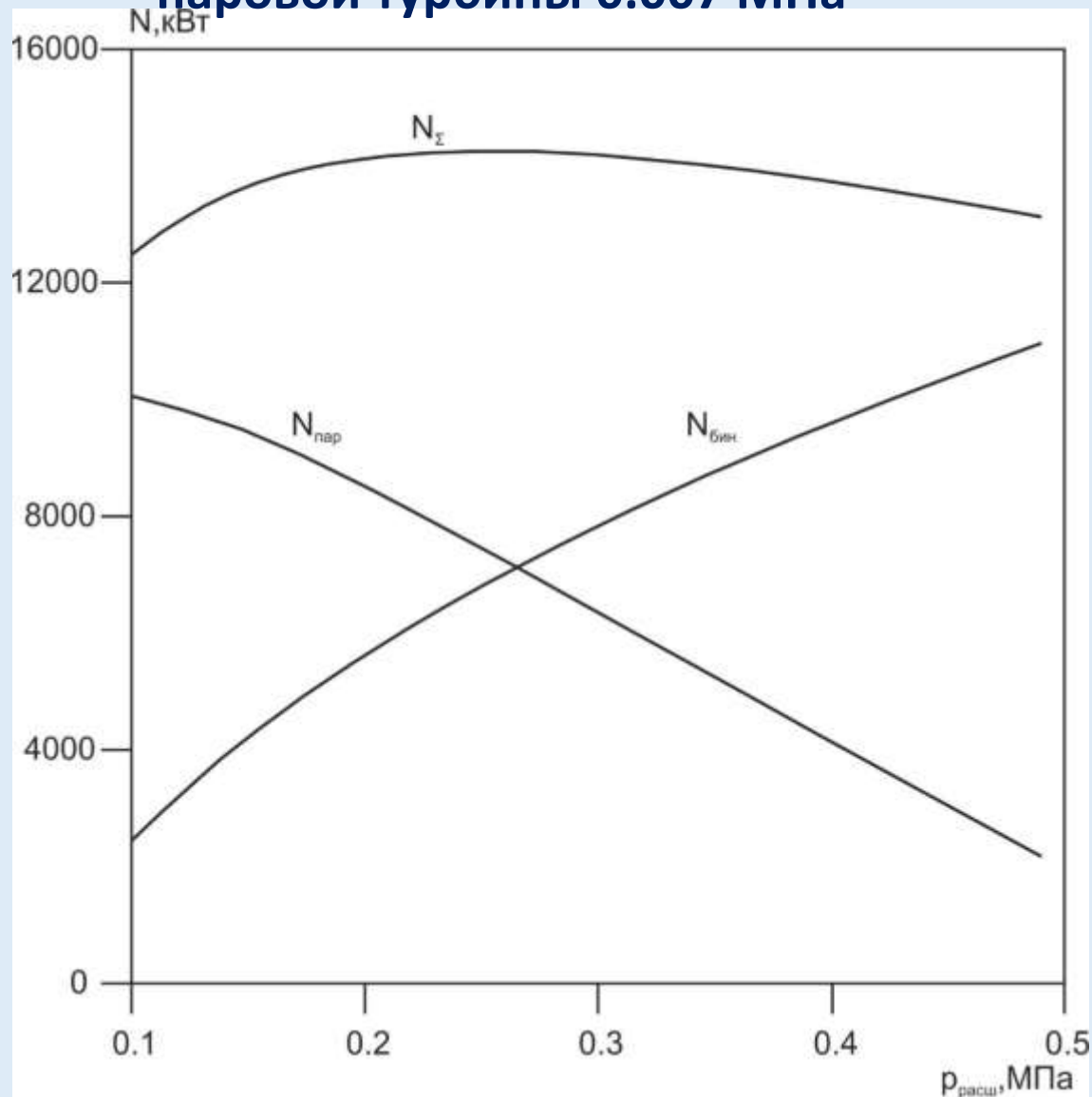
ЗАО “Геотерм-ЭМ” разработчик концепции и основных технических решений создания бинарного энергоблока на Паужетской ГеоЭС



Повышение эффективности использования геотермального тепла на Мутновской ГеоЭС



Зависимость внутренних мощностей паровой ($N_{\text{пар}}$) и бинарной ($N_{\text{бин}}$) турбин, а также их суммарной мощности (N_{Σ}) от давления расширения сепарата при давлении в конденсаторе паровой турбины 0.007 МПа



Повышение эффективности использования потенциала геотермальных ресурсов на действующих (а) и новых (б) ГеоЭС Камчатки

