



НАУКА  
И ИННОВАЦИИ  
РОСАТОМ

# АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

## АТОМНОЕ ОПРЕСНЕНИЕ И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

**РЕТРОСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ  
АТОМНОГО ОПРЕСНЕНИЯ  
И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

---

**ОПИСАНИЕ ТЕКУЩИХ  
РАЗРАБОТОК В ОБЛАСТИ  
АТОМНОГО ОПРЕСНЕНИЯ  
И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

---

**ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ  
В МИРОВОЙ ПРАКТИКЕ  
ПРОГРАММНЫЕ МЕТОДЫ  
ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОПРЕСНЕНИЯ,  
В ТОМ ЧИСЛЕ С ВОВЛЕЧЕНИЕМ  
АТОМНОЙ ГЕНЕРАЦИИ**

---

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ  
РАСЧЕТНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ  
ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ  
ОПРЕСНЕННОЙ ВОДЫ  
И ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ,  
ПОЛУЧЕННЫХ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
АТОМНОЙ ГЕНЕРАЦИИ**

Государственная корпорация  
по атомной энергии «Росатом»  
Частное учреждение «Наука и инновации»  
Центр аналитических исследований  
и разработок



Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»  
Частное учреждение «Наука и инновации»  
Центр аналитических исследований и разработок

# **АТОМНОЕ ОПРЕСНЕНИЕ И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ**

Москва  
2023

УДК 621.311

ББК 31.4

А 92

А 92 Атомное опреснение и теплоснабжение / Васильев Н.А., Гурин А.В., Журавлев И.Б., Залужный А.А., Птицын П.Б.: ЦАИР, частное учреждение «Наука и инновации», 2023. – 162 с.

ISBN 978-5-498-01002-1

© ЦАИР, частное учреждение «Наука и инновации», 2023

Подписано в печать 31.08.2023. Формат 60x84 1/8. Бумага мелованная.

Гарнитура Rosatom. Печать офсетная. Усл. печ. л. 18,83.

Тираж 150 экз. Заказ № 8854.

Отпечатано в ООО «Элефант»:

610004, г. Киров, ул. Ленина, зд. 2б,

[www.hibox.pro](http://www.hibox.pro)

**ОРГАНИЗАЦИЯ-ДОЦЕНТ:**

Государственная корпорация «Росатом», частное учреждение «Наука и инновации», отраслевой Центр аналитических исследований и разработок, г. Москва.

**НАЗВАНИЕ РАБОТЫ:** Атомное опреснение и тепло-снабжение.

**АВТОРЫ:**

**Васильев Н.А.**, руководитель проекта Отдела стратегического планирования Департамента стратегического управления Государственной корпорации «Росатом».

**Гурин А.В.**, советник Группы разработки аналитических инструментов и интеграции информации отраслевого Центра аналитических исследований и разработок частного учреждения «Наука и инновации».

**Журавлев И.Б.**, руководитель Группы приоритетных направлений научно-технологического развития отраслевого Центра аналитических исследований и разработок частного учреждения «Наука и инновации».

**Залужный А.А.**, аналитик Группы приоритетных направлений научно-технологического развития отраслевого Центра аналитических исследований и разработок частного учреждения «Наука и инновации».

**Птицын П.Б.**, заместитель директора – директор отраслевого Центра аналитических исследований и разработок частного учреждения «Наука и инновации».

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

**Репин Д.А.**, проектный офис «Чистая вода», Блок по стратегии и новым бизнесам, АО «РИР».

**Фатеев С.А.** бюро технико-экономического сопровождения проектов и экономики жизненного цикла РУ, АО «ОКБМ Африкантов».

**РЕФЕРАТ:** В отчете показана актуальность вопроса, приведена ретроспектива развития атомного опреснения и теплоснабжения, рассмотрены основные используемые в мире технологии, представлено их принципиальное сравнение с технологиями, использующими традиционные источники энергии. Описаны используемые в мировой практике программные методы оценки экономических показателей атомного опреснения, в том числе с вовлечением атомной генерации. Дано краткое описание текущих разработок в области атомного опреснения и теплоснабжения, описана программа развития атомного теплоснабжения в КНР. Проанализирована публикационная активность по обеим темам на основе данных Международной системы ядерной информации (International Nuclear Information System, INIS). Проведены предварительные расчетно-экономические оценки стоимости опресненной воды, тепла и электроэнергии, полученных с использованием атомной энергии.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** атомная энергетика, ядерные реакторы, опреснение воды, централизованное теплоснабжение, промышленное теплоснабжение, АЭС малой мощности, экономический анализ.

**ЯЗЫК:** рус.

**СТРАНИЦ:** 162

**ИЛ.:** да

**БИБЛ.:** 47

**TITLE:**

Nuclear desalination and heat supply.

**AUTHORS:**

**Vasilyev N.A.**, Department for Strategic Management, State Atomic Energy Corporation Rosatom, Moscow, Russian Federation.

**Gurin A.V., Zhuravlev I.B., Zaluzhnyy A.A., Ptitsyn P.B.** Centre for Analytical R&D (CARD), Private Enterprise «Science and Innovations», State Atomic Energy Corporation Rosatom, Moscow, Russian Federation.

**REVIEWERS:**

**Repin D.A.**, JSC «Rusatom smart utilities».

**Fateev S.A.**, JSC «Afrikantov OKBM».

**ABSTRACT:**

The report reveals the urgency of the issue, considers main technologies used, provides a retrospective of a development of the nuclear desalination and heat supply, presents a fundamental comparison of nuclear technologies with technologies using traditional energy sources. The software tools used for estimation of economic indicators in a world practice are described. A brief description of current developments in the field of nuclear desalination and heat supply is given, and a program for the development of nuclear heat supply in China is described. The publication activity on both topics was analyzed on the basis of data from the International Nuclear Information System (INIS). Preliminary economic cost estimates of desalinated water, heat and electricity produced using nuclear energy have been performed.

**KEYWORDS:**

nuclear power, nuclear reactors, water desalination, district heating, industrial heat supply, small capacity NPPs, economic analysis.

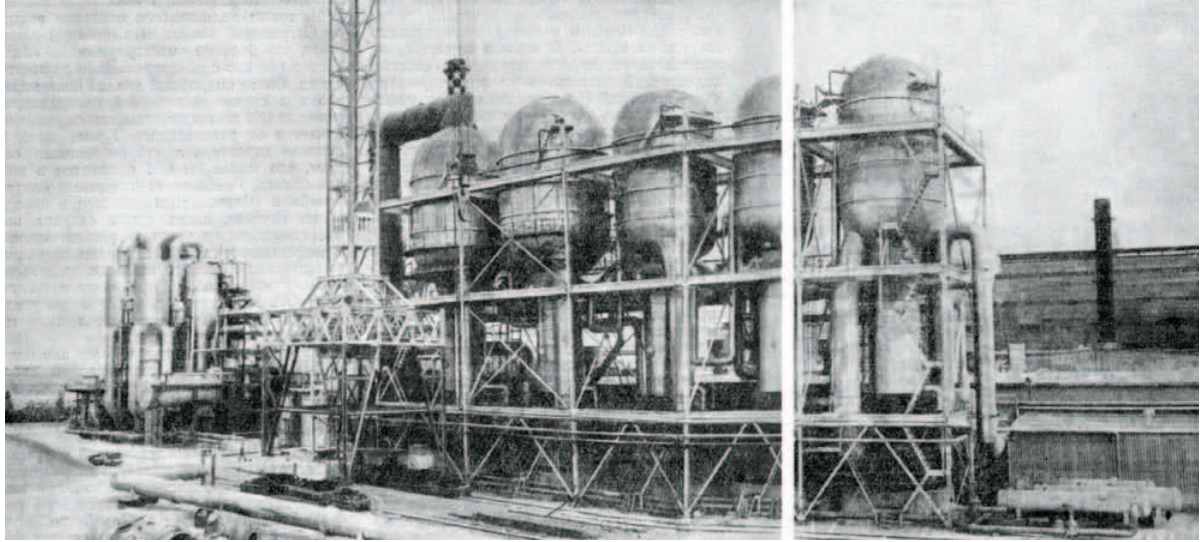
# СОДЕРЖАНИЕ

---

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	7
<b>1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ</b> .....	9
<b>2. ОПРЕСНЕНИЕ</b> .....	13
<b>2.1. Технологии опреснения</b> .....	17
<b>2.1.1. Термические технологии</b> .....	17
<b>2.1.2. Мембранные методы</b> .....	20
<b>2.1.3. Иные технологии опреснения</b> .....	25
<b>2.1.4. Специфические аспекты опреснения</b> .....	27
<b>2.1.5. Расчетно-экономические оценки технологий опреснения</b> .....	28
<b>2.2. Атомное опреснение</b> .....	29
<b>2.2.1. Краткая история</b> .....	35
<b>2.2.2. Сочетание ядерных технологий с технологиями опреснения</b> ....	36
<b>2.2.3. Направления применения атомного опреснения</b> .....	39
<b>2.2.4. Текущие разработки</b> .....	40
<b>2.2.5. Расчетно-экономические оценки технологий атомного опреснения (Россия)</b> .....	48
<b>2.2.6. Выводы на основании расчетно-экономических оценок атомного опреснения</b> .....	60
<b>2.3. Публикационная активность по тематике «Атомное опреснение»</b> .....	61
<b>2.3.1. Публикационная активность на основе базы данных Scopus</b> .....	61
<b>2.3.2. Публикационная активность на основе INIS</b> .....	65
<b>3. АТОМНОЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ</b> .....	69
<b>3.1. Централизованное теплоснабжение</b> .....	72
<b>3.1.1. АЭС с нерегулируемым отбором пара</b> .....	80
<b>3.1.2. Атомные теплоэлектроцентрали (АТЭЦ)</b> .....	87
<b>3.1.3. Атомные станции теплоснабжения (АСТ)</b> .....	95
<b>3.2. Направления дальнейшего развития атомного теплоснабжения</b> .....	106
<b>3.2.1. Утилизация сбросного тепла АЭС с использованием технологии АЭС-ТНУ</b> .....	106
<b>3.2.2. Промышленное теплоснабжение</b> .....	107
<b>3.2.3. Высокотемпературное промышленное тепло от атомных источников</b> .....	110

<b>3.3. Расчетно-экономические оценки атомного теплоснабжения .....</b>	<b>118</b>
<b>3.3.1. Расчетно-экономические оценки АСММ</b>	
для целей теплоснабжения .....	119
<b>3.3.2. Расчетно-экономические оценки</b>	
атомных станций теплоснабжения.....	129
<b>3.3.3. Выводы на основании расчетно-экономических</b>	
оценок атомного теплоснабжения .....	134
<b>3.4. Публикационная активность по тематике атомного теплоснабжения.....</b>	<b>135</b>
<b>3.4.1. Публикационная активность на основе базы данных Scopus ...</b>	<b>135</b>
<b>3.4.2. Публикационная активность на основе INIS .....</b>	<b>139</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>143</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>149</b>
<b>ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ .....</b>	<b>153</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А. ПРОЕКТЫ АТОМНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ [32]</b>	
<b>(С АКТУАЛИЗАЦИЕЙ СОГЛАСНО БАЗЕ PRIS МАГАТЭ).....</b>	<b>155</b>







## ВВЕДЕНИЕ

---

Атомная энергия, являясь важным источником электроэнергии с низким углеродным следом, способна сыграть значительную роль в декарбонизации ряда промышленных отраслей за счет использования промышленного тепла, для получения которого в настоящее время в основном используется ископаемое топливо. Возможность неэлектрического применения атомной энергии уже продемонстрирована длительной работой реакторов, обеспечивающих централизованное теплоснабжение, опреснение или иные потребности в технологическом тепле. Однако до настоящего времени в приложениях когенерации использовалась лишь небольшая часть ядерной энергии. Существующие реакторы могут поставлять тепловую энергию для промышленного применения при температуре ниже 300 °С. Реакторы следующего поколения будут обеспечивать более высокие температуры теплоносителя на выходе, что сделает их пригодными для когенерации в более широком диапазоне температур.





С полными версиями аналитических отчетов отраслевого Центра аналитических исследований и разработок можно ознакомиться на следующих ресурсах:

1. Портал отраслевого Центра аналитических исследований и разработок (доступ осуществляется через внутреннюю сеть КСПД Росатома)



2. Раздел отраслевого Центра аналитических исследований и разработок на портале «Страна Росатом» (доступ осуществляется через внутреннюю сеть КСПД Росатома)

