

# Атомная энергетика

Подготовила: Цыган Алёна



# Атомная отрасль России

Атомная отрасль России представляет собой мощный комплекс из около 350 предприятий и организаций, в которых занято свыше 250 тыс. человек. В структуре отрасли — четыре крупных научно-производственных комплекса: предприятия ядерного топливного цикла, атомного машиностроения, ядерного оружейного комплекса и отраслевые научно-исследовательские институты. Кроме того, в состав Госкорпорации «Росатом» входит единственный в мире атомный ледокольный флот (ФГУП «Атомфлот»).



В современных условиях атомная энергетика — один из важнейших секторов экономики России. Динамичное развитие отрасли является одним из основных условий обеспечения энергоне­зависимости государства и ста­бильного роста экономики страны.



# Ленинградская АЭС

Установленная мощность- 3200 МВт. ЛАЭС – единственная в России станция, где действуют энергоблоки двух разных типов – канальные уран-графитовые и водородяные.

За всю историю работы ЛАЭС выработала 1 трлн 80 млрд кВтч электроэнергии – это рекордный показатель в истории отечественной атомной энергетики.

Станция обеспечивает более 55% энергопотребления г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области. В энергетическом балансе всего Северо-Западного региона на долю Ленинградской АЭС приходится 27%. ЛАЭС – важнейшее градообразующее предприятие города Сосновый Бор, расположенного на южном берегу Финского залива, в 42 км от административной границы Санкт-Петербурга.



# Типы реакторов, эксплуатируемых в России:

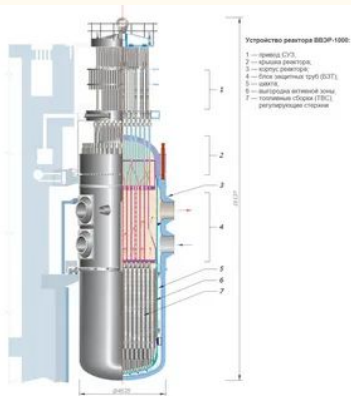
## ВВР

21 энергоблок из них:

3 энергоблока – ВВЭР-1200

13 энергоблоков – ВВЭР-1000

5 энергоблоков – ВВЭР-440 различных модификаций

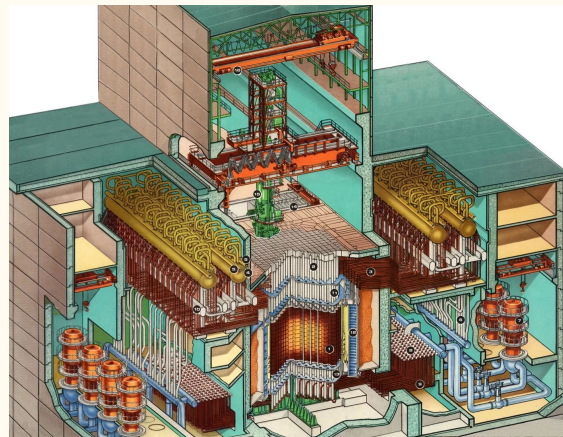


## РБМК

13 энергоблоков с канальными реакторами :

10 энергоблоков с реакторами типа РБМК-1000

3 энергоблока с реакторами типа ЭГП-6



# РБМК-1000

РЕАКТОР БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ

СЕРИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ  
ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ,  
РАЗРАБОТАННЫХ В СССР  
ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
В АТОМНЫХ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ  
СТАНЦИЯХ



1973

запущен первый  
РБМК-1000

17

реакторов  
в эксплуатации



УРАН-  
ГРАФИТОВЫЙ



КИПЯЩЕГО  
ТИПА

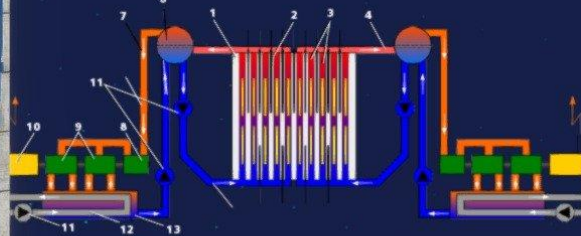


НА ТЕПЛОВЫХ  
НЕЙТРОНАХ

## ПРИНЦИП РАБОТЫ

В реактор загружается ядерное топливо. Атомы урана подвергаются ядерной реакции деления, во время которой они расщепляются и выделяют огромное количество энергии.

Затем пар поступает на лопапки турбины, а турбина вращает электрогенератор, который вырабатывает электроэнергию.



- графитовый замедлитель
- стержни управления/защиты
- технологические каналы
- 1 - пар
- 5 - вода
- 6 - барабан-сепаратор
- 7 - сухой пар

- 8 - турбина высокого давления
- 9 - турбины низкого давления
- 10 - электрический генератор
- 11 - насосы
- 12 - охладитель
- 13 - вспомогательный водяной контур

## ЗОНА ОТЧУЖДЕНИЯ

26 апреля 1986 г.  
на Чернобыльской АЭС  
после испытаний реактора 4-го  
энергоблока произошел взрыв.



Облако с частицами урана и радиоактивными продуктами распада накрыло западную часть России, несколько областей Белоруссии и запад Украины.

**ПЛОЩАДЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
СОСТАВИЛА 200 ТЫС. КМ<sup>2</sup>.**

На ликвидацию катастрофы  
были направлены 600 000  
пожарных, военных и медиков.

От последствий облучения  
погибли более 10 тысяч человек.

**ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС,  
ВСЕ РБМК-1000 БЫЛИ  
МОДЕРНИЗИРОВАНЫ.**

# Недостатки реактора РБМК и взрыв на Чернобыльской АЭС

Реактор РБМК-1000 обладал рядом конструктивных недостатков и по состоянию на апрель 1986 года имел десятки нарушений и отступлений от действующих правил ядерной безопасности. Эти недостатки, скорее всего, предопределяли неизбежность аварии чернобыльского масштаба на любом из реакторов типа РБМК (на апрель 1986 года в эксплуатации было 15 реакторов на 5 станциях), о чём конструкторам было известно за годы до катастрофы. Несмотря на это, до аварии не предпринимались меры по повышению безопасности РБМК. К тому же действовавший на момент аварии регламент допускал режимы работы, при которых могла произойти подобная авария без вмешательства персонала при вполне вероятной ситуации.

Два из этих недостатков имели непосредственное отношение к причинам аварии. Это положительная обратная связь между мощностью и реактивностью, возникавшая при некоторых режимах эксплуатации реактора, и наличие так называемого концевоего эффекта, проявлявшегося при определённых условиях эксплуатации. Эти недостатки не были должным образом отражены в проектной и эксплуатационной документации, что во многом способствовало ошибочным действиям эксплуатационного персонала и созданию условий для аварии. После аварии в срочном порядке (первичные — уже в мае 1986 года) были осуществлены мероприятия по устранению этих недостатков

# СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ



## 1 барьер

### Топливная таблетка

производится при  $t = 1000^{\circ}\text{C}$  и приобретает керамические свойства.



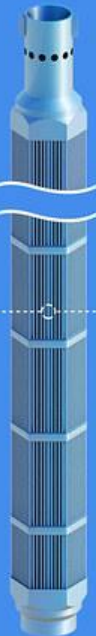
Распадение — Ritor

нуклидов, образующихся в процессе выделения.

## 2 барьер

### Оболочка ТВЭЛ

повышенная коррозионная стойкость, выполнена из циркония высокой чистоты.



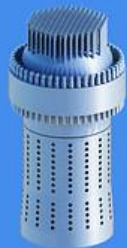
ПРЕДОТВРАЩАЮТ ВЫХОД

продуктов деления из циркониевых трубок.

## 3 барьер

### Корпус реактора

изготавливается из стали толщиной 20 сантиметров.



продуктов деления из корпуса реактора и теплоносителя первого контура.

## 4 барьер

### Защитная оболочка (контеймент)

состоит из внешней — стальной (из низкоуглеродистой легированной стали) и внутренней, которая обеспечивает герметичность внутреннего объема.

Защищает в случае внутренней аварии, а также от внешних воздействий:



Землетрясение силой в 6 баллов



Наводнение



Ураганы, смерчи до 56 м/с



Падение самолета со скоростью 200 м/с весом 400 тонн



Ударная волна с давлением 30 МПа

## Спринклерная система

В случае протечи теплоносителя первого контура и повышения давления внутри гермооболочки, система автоматически разбрызгивает раствор борной кислоты, конденсирует пар и снижает давление внутри оболочки.

## Система пассивного отвода тепла

Обеспечивает отвод тепла из защитной оболочки при запроектных авариях с потерей теплоносителя первого контура и отказе активных систем безопасности.

## Система удаления водорода

Обеспечивает высокий уровень безопасности при запроектных и запроектных авариях на АЭС. В состав оборудования системы входит комплект пассивных автоматических рекомбинаторов водорода.

## Ловушка расплава

Создается под реактором (на дне шахты реактора). Служит для локализации расплава активной зоны ядерного реактора, что может произойти только при тяжелых авариях. Ловушка расплава весит около 750 тонн.

## Система аварийного охлаждения активной зоны

Специальные баки с борной кислотой. В случае максимальной проектной аварии, цепная ядерная реакция гасится большим количеством боросодержащего вещества, хорошо поглощающего нейтроны.



# Сравнение реакторов типов ВВЭР и РБМК

# Преимущество реакторов типа ВВЭР перед РБМК

Главное преимущество реакторов типа ВВЭР перед РБМК состоит в их большей безопасности. Это определяется тремя причинами:

реактор ВВЭР принципиально не имеет так называемых положительных обратных связей, т.е. в случае потери теплоносителя и потери охлаждения активной зоны цепная реакция горения ядерного топлива затухает, а не разгоняется, как в РБМК;

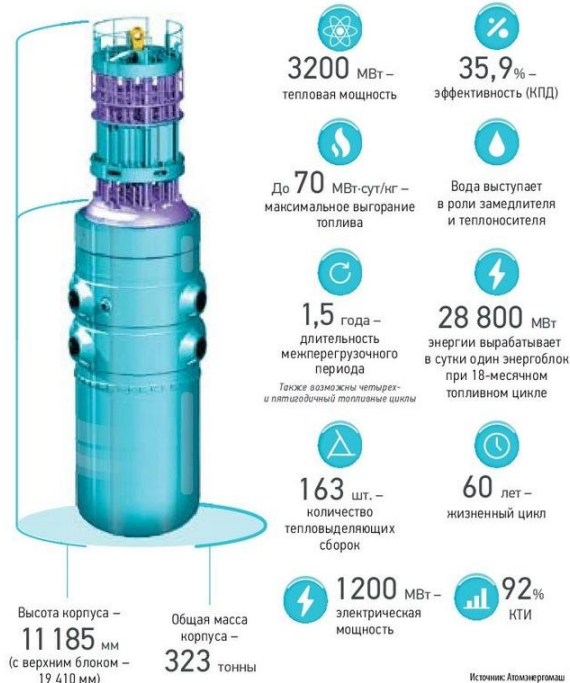
активная зона ВВЭР не содержит горючего вещества (графита), которого в активной зоне РБМК содержится около 2 тыс. т;

реактор ВВЭР имеет защитную оболочку, не допускающую выхода радиоактивности за пределы АЭС даже при разрушении корпуса реактора; выполнить единый защитный колпак для РБМК невозможно из-за большой разветвленности труб реакторного контура.

Основное преимущество ВВЭР — безопасность, значение которого полностью осознали после Чернобыльской катастрофы. Распространение в энергетике России энергоблоков РБМК объясняется тем, что до ввода в конце 70-х годов завода «Атоммаш» (который стал производить реакторы типа ВВЭР), СССР мог производить только по одному корпусу реактора в год (на Ижорском заводе). Сейчас Россия производит только усовершенствованные высоконадежные реакторы типа ВВЭР.

## ВВЭР-1200 – самый современный и безопасный водо-водяной энергетический реактор

Объединил лучшие решения и технологии предыдущих установок. По сравнению со своим предшественником, ВВЭР-1000, отличается большей мощностью, в два раза большим сроком службы, более высоким коэффициентом технического использования (КТИ), устойчивостью к внешним источникам опасности.



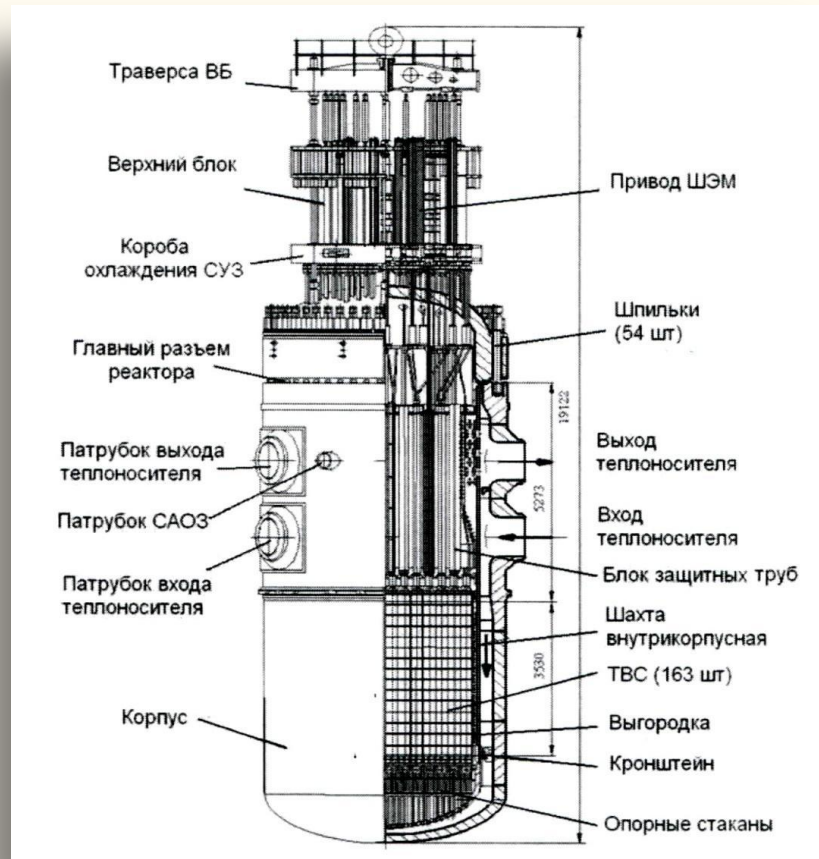
# Преимущества РБМК по сравнению с ВВЭР.

Корпус ВВЭР имеет:

- гигантские размеры, поэтому изготовление его весьма трудоемко;

- размеры ограничены достижением предельного состояния прочности: механические напряжения, разрывающие корпус, пропорциональны его диаметру и внутреннему давлению в нем (при этом учитывается также охрупчивание металла под действием нейтронного облучения);

- габариты корпуса ВВЭР ограничены требованиями железнодорожной перевозки



Интересные  
видеоролики о  
взрыве на ЧАЭС.

Хронология  
событий.



Заместитель  
главного  
инженера  
второй очереди  
по 3 и 4  
энергоблоку  
Дятлов А.С.,  
руководивший  
испытаниями,  
о взрыве на  
ЧАЭС.

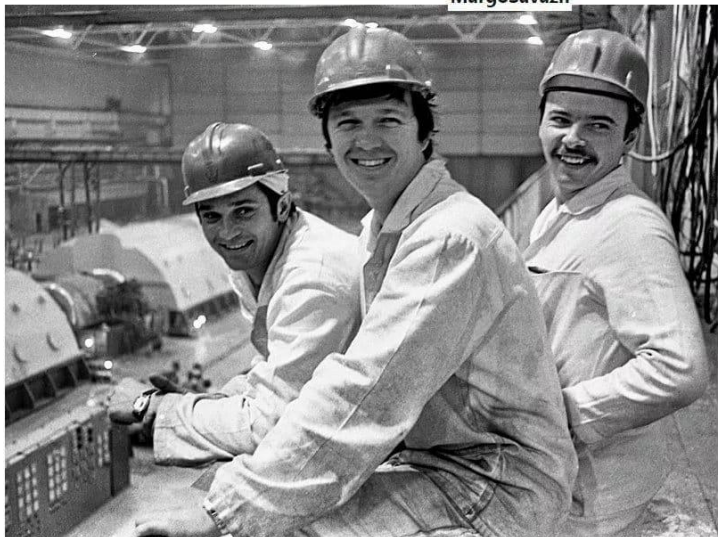


<https://www.youtube.com/watch?v=l6PJObsMJ64>

# СТРАНА ДОЛЖНА ЗНАТЬ СВОИХ ГЕРОЕВ

Люди, которые сознательно пошли на смерть, чтобы спасти Европу от катастрофы. Алексей Ананенко, Валерий Беспалов и Борис Баранов - сотрудники ЧАЭС, которые спустились под радиоактивную воду и открыли клапаны, предотвратив соприкосновение теплоносителя и раскаленного ядра реактора.

MargoSavazh



Что касается наших героев, то не было никаких свинцовых гробов и похорон через несколько недель после подвига. Они не просто выжили, но и продолжили работы по устранению последствий взрыва станции. Алексей Ананенко и Валерий Беспалов дожили до наших дней. Борис Баранов скончался несколько лет назад. Никакой награды за свой подвиг они так и не получили.



Борис Баранов



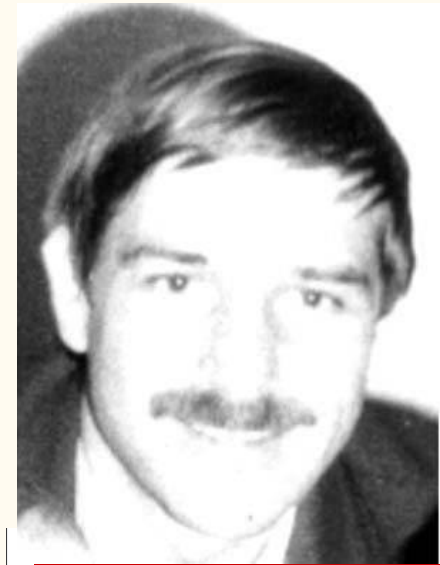
Валерий  
Беспалов



Алексей  
Ананенко

# СТРАНА ДОЛЖНА ЗНАТЬ СВОИХ ГЕРОЕВ

**Кургуз Анатолий Харлампович**  
**(12.06.1957 – 12.05.1986)**



В ночь на 26 апреля 1986 Анатолий находился на своем рабочем месте на 36 отметке в центральном зале, который быстро начал наполняться радиоактивным паром и стал эпицентром взрыва. Бывший моряк, Анатолий Кургуз знал: если горит отсек корабля, его надо герметизировать. Войдя в жгучее радиоактивное облако, он закрыл тяжелые герметичные двери, чем спас товарищей. Несмотря на страшные ожоги, более пяти часов в радиационном аду помогал спасать людей из-под завалов, выводил их в темноте с верхних этажей, получил смертельную дозу радиационного облучения 800 бэр.

*В Московской Клинике №6 при виде Анатолия Кургуза содрогнулся даже Н.Е.Елманов, дозиметрист клиники с сорокалетним стажем дозиметриста. Лицо Анатолия было обожжено так, что представляло собой сплошную открытую рану. Но он через силу улыбался!...Он до такой степени был облучен, что дозиметристу, который определял дозу радиации, пришлось выбросить свою спецодежду. «Жене напиши, что две царапины, нечего ее беспокоить», - попросил этот мужественный человек. Он умер одним из первых. Похоронен на Митинском кладбище в Москве, посмертно награжден «Орденом Ленина».*

«Выкарабкаемся, Толя», – сказал ему О.Генрих в открытую дверь палаты: «Тогда я поеду в деревню и стану пастухом», – ответил А.Кургуз.

Двое маленьких детей Анатолия 1 и 2 года лет остались без отца.



1986г - орден Ленина (посмертно);



1996г - Крест «За мужество» (посмертно).



# СТРАНА ДОЛЖНА ЗНАТЬ СВОИХ ГЕРОЕВ

**Акимов Александр Фёдорович**  
(6 мая 1953 — 11 мая 1986)



«Я всё сделал правильно, не понимаю, почему так произошло» - такими были последние слова Акимова Александра Фёдоровича, старшего инженера и начальника смены турбинного цеха Чернобыльской АЭС.

*«Акимов с первых минут аварии пытался овладеть ситуацией, управлять течением событий. Перед моим последним уходом из БЩУ-4 он сказал мне сокрушенно, что воды в барабанах-сепараторах нет, реактор не управляется, что хуже некуда. Я посетил его в палате клинической больницы в день его рождения. Находясь в тяжёлом состоянии в результате большой дозы облучения (ожог 100 % поверхности тела), он тем не менее интересовался последними сведениями о причинах аварии и заверил меня, что если вылечится, будет заниматься охотой, станет егерем. Он умер, так и не узнав причин случившейся аварии.»*

На него, уже мертвого, взвалили чуть ли не всю тяжесть содеянного, а он, делая всё, чтобы локализовать аварию нашёл время отыскать в том аду молодого инженера Игоря Киршенбаума и чуть ли не силой вытолкал из реакторного зала. «Ты здесь лишний, уходи, уходи немедленно» - Игорь, оставшийся в живых благодаря Акимову, этих слов никогда не забудет.

У Акимова на момент смерти остались жена Любовь и двое сыновей — девятилетний Алексей и четырёхлетний Константин.

Александр Акимов был награждён орденом Мужества третьей степени указом Президента Украины от 12 декабря 2008г.

# СТРАНА ДОЛЖНА ЗНАТЬ СВОИХ ГЕРОЕВ

**Топтунов Леонид Фёдорович**  
(16 августа 1960 — 14 мая 1986)



В первые часы аварии Леонид Топтунов, вместе с участниками смены и другими людьми из персонала станции, предпринимал меры по локализации аварии и нераспространению её на другие энергоблоки, выполнял работы по локализации последствий аварии. Участвовал в организации подачи воды в активную зону реактора. Топтунов оставался на блоке до 8 утра, несмотря на общее тяжёлое физическое состояние вследствие полученных больших доз ионизирующего облучения. Однако, несмотря на заметно ухудшающееся самочувствие и нарастающие симптомы острой лучевой болезни, он продолжал выполнять порученные ему задания и не покинул блок до окончания смены.

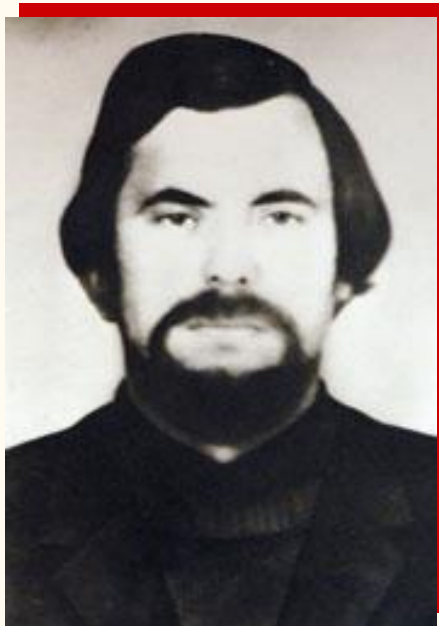
Работая на ЧАЭС, Леня везде был с Сашей Акимовым, был его тенью. И сгорели они одинаково, и почти в одно время. Акимов умер 11-го мая, а Топтунов — 14-го. Они погибли первыми из операторов..

Указом Президента Украины Леонид Фёдорович Топтунов был награждён орденом «За мужество» III степени посмертно.

# СТРАНА ДОЛЖНА ЗНАТЬ СВОИХ ГЕРОЕВ

**Шашенок Владимир Николаевич**

(21 апреля 1951 — 26 апреля 1986)



В момент взрыва получил серьезные переломы позвоночника, и сильнейшие ожоги. Будучи раненым из последних сил, спускал горячую воду, которая лилась прямо на него.

Найден без сознания и придавлен упавшей балкой со сломанным позвоночником, сломанными ребрами, глубокими термическими и радиационными ожогами.

Скончался в 6 часов утра, в Припятской МСЧ-126, под наблюдением главного врача Виталия Леоненко не приходя в сознание.

Был посмертно награждён Орденом «Знак Почёта»

# Заключение

Ядерные технологии формируют системные положительные изменения для качества жизни человека. В настоящее время продуктовый портфель российской атомной отрасли составляют не только традиционные решения в области атомной энергетики, но и такие новые направления, как ядерная медицина, центры ядерной науки и технологий на базе исследовательских реакторов, комплексы радиационной обработки продукции и др. Кроме этого, Росатом развивает свою деятельность в ряде смежных неатомных направлений: ветроэнергетика, производство композиционных материалов, аддитивные технологии и др.

Необходимо отметить, что деятельность по сооружению и эксплуатации АЭС обеспечивает существенный вклад в развитие экономики и инфраструктуры страны – как для Российской Федерации, так и для зарубежных стран-заказчиков, обеспечивая долгосрочную устойчивую загрузку высокотехнологичных производств, заказы для смежных отраслей и создание рабочих мест для населения, с соответствующим вкладом в ВВП за счет доходов промышленности и налоговых отчислений. Сооружение и эксплуатация АЭС обеспечивает занятость нескольких тысяч человек на самой станции и в сфере ядерной инфраструктуры.

7 НЕДОРОГОСТОЯЩАЯ  
И ЧИСТАЯ ЭНЕРГИЯ



8 ДОСТОЙНАЯ РАБОТА  
И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ  
РОСТ



9 ИНДУСТРИАЛИЗАЦИЯ,  
ИННОВАЦИИ И  
ИНФРАСТРУКТУРА



12 ОТВЕТСТВЕННОЕ  
ПОТРЕБЛЕНИЕ  
И ПРОИЗВОДСТВО



13 БОРЬБА  
С ИЗМЕНЕНИЕМ  
КЛИМАТА



17 ПАРТНЕРСТВО  
В ИНТЕРЕСАХ  
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ





*Спасибо за внимание, товарищи!*

**СЛАВА СОЮЗУ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК!**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «СОВЕТСКИЙ СОЮЗ» МОСКВА  
ДИЗАЙНЕР: А. А. КУЗНЕЦОВ  
ХУДОЖНИК: В. А. ВАСИЛЬЕВ  
КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО