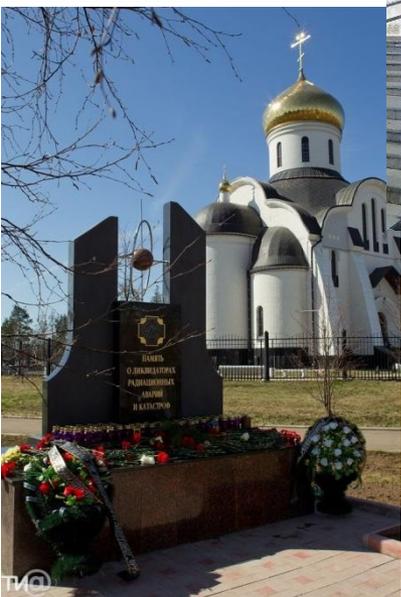


Udomlya/Удомля



Udomlya is a small town in the north of Tver region between Moscow and St.Petersburg. The word Udomlya as the name of the area was first mentioned in the annals in 1478. This word may have a meaning of “a deep, wet place”.

Last century Udomlya was a small village. But with commissioning of Kalinin Nuclear Power Plant in 1984, it became a beautiful town with about 28 000 people living in it.

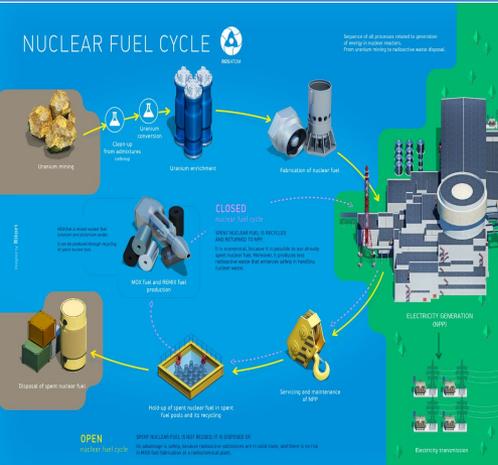
There are many interesting places to see in Udomlya now - monuments, museums, parks, sport facilities. Many famous people – artists, scientists – lived and worked in Udomlya.

There are many lakes and woods in this area with lots of fish, mushrooms, berries, animals.

Udomlya is a very comfortable place for its residents and tourists.

If you want to know more about Kalinin NPP and Udomlya, welcome to us!

Топливный цикл/Fuel Cycle



Ядерный топливный цикл

Ядерный топливный цикл (ЯТЦ) - цепочка повторяющихся рабочих процессов, от добычи урана до окончательного захоронения радиоактивных отходов (РАО).

ЯТЦ может быть открытым или закрытым, когда топливо возвращается в ЯТЦ после его переработки.

Основные этапы ЯТЦ:

- ✓ Добыча и переработка урановой руды
- ✓ Производство ядерного топлива
- ✓ Эксплуатация ядерных реакторов
- ✓ Хранение и переработка отработавшего ядерного

Nuclear fuel cycle

Nuclear fuel cycle (NFC)

is a chain of repeated work processes from uranium mining to final disposal of radioactive waste (RW).

NFC can be opened or closed when the nuclear fuel is returned to the NFC after its reprocessing.

The main stages of NFC :

- ✓ Uranium ore mining and processing
- ✓ Fabrication of nuclear fuel
- ✓ Operation of nuclear reactors
- ✓ Storage & reprocessing of spent nuclear fuel

Russia is the only country in the world implementing all stages of

Топливный цикл/Fuel Cycle



Уран

Уран (U) – самый тяжелый природный химический элемент, металл. Открыт в 1789 году, назван в честь планеты Уран. В 1896 году обнаружены его радиоактивные свойства. Уран является основным ядерным топливом современных реакторов. Он состоит из 3 изотопов. Для топлива используют, в основном, изотоп U-235, который составляет 0,72% природного урана. Россия занимает 4 место по запасам урана в мире. Крупнейшее месторождения урана в России - Аргунское (Забайкальский край) (93 % всей добычи). Россия добывает около 3 000 тонн урана

<http://howdoright.ru/interesny-e-fakty-o-urane/>

<https://new-science.ru>

Uranium

Uranium (U)

is the heaviest natural chemical element, the metal. It was discovered in 1789 and named after Uranus planet. In 1896 its radioactive properties were found.

Uranium is the main nuclear fuel for modern reactors. It contains 3 isotopes. We generally use U-235 isotope for fuel. It is 0.72% only of natural uranium.

Russia takes the 4th place in the world on uranium reserves. The biggest uranium deposit in Russia is Argunsk, Zabaykalsk region (93% of all uranium production). Russia produces about 3 000 tons of uranium a year

Топливный цикл/Fuel Cycle

Ядерное топливо

Nuclear fuel



Ядерное топливо - это материал, который используется в ядерных реакторах в виде таблеток, располагающихся в тепловыделяющих элементах, объединенных в тепловыделяющие сборки. Ядерное топливо имеет самую высокую плотность энергии из всех возможных источников топлива. Одна топливная таблетка из диоксида урана массой 4,5 г выделяет энергию, эквивалентную сжиганию 350 м³ природного газа или 350 кг нефти. Она вырабатывает свыше 1400 кВт/ч электроэнергии за 3 года. Этой

Nuclear fuel

is a material used in nuclear reactors in the form of pellets put inside the fuel rods banded in fuel assemblies. Nuclear fuel has the highest energy density of all possible fuel sources. One fuel pellet made of uranium dioxide weighing 4.5 g produces energy equivalent to burning of 350 m³ of natural gas or 350 kg of oil. It generates more than 1400 kW/h of energy during 3 years. This energy is enough for computer to work for about one year. Russian Fuel Company TVEL is one of the world's leaders in nuclear fuel fabrication.

<https://rosatom.ru/>
<https://www.nkj.ru/archive/articles/31858/>
<https://ru.wikipedia.org/wiki>

Топливный цикл/Fuel Cycle



Тепловыделяющий элемент (ТВЭЛ)

Тепловыделяющий элемент (ТВЭЛ) - главный элемент активной зоны реактора. В нем происходит деление ядер урана или плутония, сопровождающееся выделением тепловой энергии. ТВЭЛ – это герметичная трубка из стали или циркониевых сплавов диаметром ≈ 1 см, длиной $\approx 3,8$ м, весом ≈ 21 кг. Он заполнен таблетками ядерного топлива (≈ 350 таблеток общей массой 0,9-1,5 кг).

Тепловая энергия, выделяемая одним ТВЭЛом за срок службы равна энергии 225 т нефти, 300 т угля или 250 м^3 газа. ТВЭЛы производят в Новосибирске и

Fuel rod / Fuel element

Fuel rod (Fuel element)

is the main element of the reactor core. Uranium or plutonium fission takes place in it. The fission is accompanied by heat release.

A fuel rod is a leak tight tube of ≈ 1 cm diameter, ≈ 3.8 m long, ≈ 21 kg weight from steel or zirconium alloy.

It is filled with fuel pellets (≈ 350 pellets of 0.9-1.5 kg total weight).

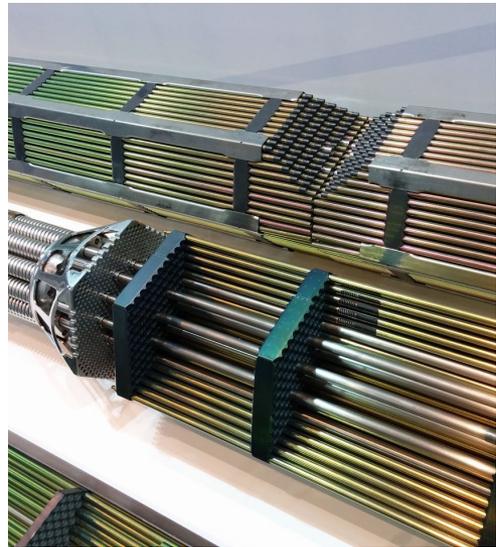
The heat released by one fuel rod during its lifetime equals to 225 tons of oil, 300 tons of coal or 250 m^3 of gas.

Fuel rods are fabricated in Novosibirsk and Electrostal at

<https://ru.wikipedia.org/wiki>

<https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/29507>

Топливный цикл/Fuel Cycle



Тепловыделяющая сборка (ТВС)

Тепловыделяющая сборка (ТВС) - машиностроительное изделие, содержащее ядерные материалы и предназначенное для получения тепловой энергии в ядерном реакторе за счёт контролируемой ядерной реакции. Обычно представляет собой четырёхгранный или шестигранный пучок ТВЭЛов длиной 2,5-3,5 м и диаметром 30-40 см, изготовленный из нержавеющей стали или сплава циркония. В одной ТВС содержится 18-350 ТВЭЛов в зависимости от типа реактора. В активную зону реактора помещается 200-450 ТВС. Срок эксплуатации ТВС 4-5 лет

Fuel assembly (FA)

Fuel assembly

is a machine-building product containing nuclear materials and designed to obtain thermal energy in a nuclear reactor through a controlled nuclear reaction. Usually it is a tetrahedral or hexahedral bundle of fuel rods 2.5-3.5 m long and 30-40 cm in diameter, made of stainless steel or zirconium alloy. One fuel assembly contains 18-350 fuel rods depending on the reactor type. There are 200-450 fuel assemblies in the reactor core. The service life of fuel assemblies is 4-5 years.

<https://neftegaz.ru>

Топливный цикл/Fuel Cycle.

Активная зона реактора

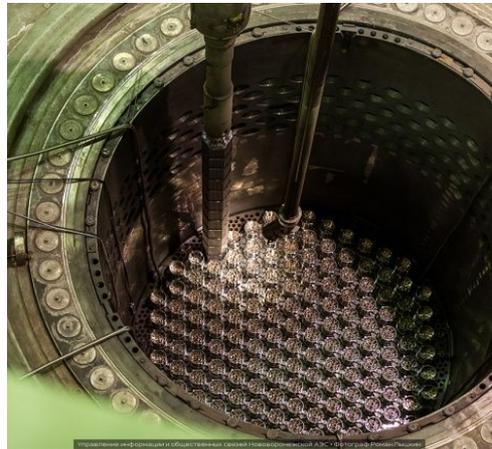
Reactor core

Активная зона реактора — пространство, в котором происходит контролируемая цепная реакция деления ядер урана или плутония. В результате деления освобождается в виде тепла огромная энергия. Она выводится из активной зоны с помощью газа, воды или другого вещества. Активная зона обычно имеет форму цилиндра объемом от долей литра до многих кубометров, содержит делящееся вещество (ядерное топливо). В активную зону реактора ВВЭР помещается 163 ТВС.

Reactor core

Reactor core is a space where a controlled chain reaction of uranium or plutonium nuclei fission takes place. As a result of fission huge energy is released in the form of heat. It is removed from the core using gas, water, or other substance.

The reactor core has usually the form of a cylinder. Its volume is from fractions of a liter to many cubic meters. It contains fissile material (nuclear fuel). The VVER reactor core holds 163 fuel assemblies.



<http://nuclphys.sinp.msu.ru/enc/e199.htm>
<https://ru.wikipedia.org/>

Топливный цикл/Fuel Cycle



Отработавшее ядерное топливо (ОЯТ)

Отработавшее ядерное топливо (ОЯТ) - извлечённые из активной зоны тепловыделяющие элементы или их группы, тепловыделяющие сборки ядерных реакторов и других установок (исследовательских, транспортных и прочих). Топливо относят к отработанному, если оно более неспособно эффективно поддерживать цепную реакцию. Отработавшее топливо помещают в бассейн выдержки для снижения его активности и температуры, после чего отправляют на хранение, захоронение или переработку. Перевозка ОЯТ происходит в специальных защищённых

Spent nuclear fuel (SNF)

Spent nuclear fuel (SNF) is fuel elements or their groups, fuel assemblies of nuclear reactors and other installations (research, transport, etc.) extracted from the reactor core. Fuel is considered spent if it is no longer able to effectively maintain a chain reaction. Spent fuel is put in the special pool to reduce its activity and temperature. Afterwards it is sent for storage, disposal or reprocessing. SNF is transported in special protected casks able to withstand the impact of a severe rail accident. More than 95% of SNF is

<https://ru.wikipedia.org/wiki>
http://www.ecp.ru/sites/default/files/download/doc/100_voprov_100_otvetov.pdf

Топливный цикл/Fuel Cycle

МОХ-топливо

МОХ-топливо

ядерное топливо, содержащее несколько видов оксидов делящихся материалов: оксид плутония и оксид урана. Может применяться как дополнительное топливо для легководных ядерных реакторов. Но более эффективно использовать МОХ-топливо в реакторах на быстрых нейтронах. Приоритет в разработке таких реакторов принадлежит России. Использование МОХ-топлива является важным шагом на пути к замыканию ядерного топливного цикла.

MOX fuel

MOX fuel (Mixed-Oxide fuel)

is nuclear fuel containing several types of oxides of fissile materials – plutonium and uranium oxides. It can be used as additional fuel for light-water nuclear reactors. But it is more efficient to use MOX-fuel in fast-breeder reactors.

Priority in the development of such reactors belongs to Russia. Using MOX-fuel is an important step to close the nuclear fuel cycle.



<https://ru.wikipedia.org/wiki>
<https://rosatom.ru/>

Топливный цикл/Fuel Cycle

Радиоактивные отходы (РАО)

Радиоактивные отходы (РАО) - любые субстанции, чье применение не предусмотрено и чей уровень радиоактивности не допускает свободное обращение с ними. Бывают жидкими, твердыми и газообразными, которые в свою очередь подразделяются на категории - низкоактивные, среднеактивные и высокоактивные. Перед утилизацией РАО подлежат обязательной переработке. Захоронение твердых радиоактивных отходов осуществляется в специальных сооружениях - могильниках радиоактивных отходов.

Radioactive Waste (RW)

Radioactive waste (RW)

is any substance which use is not foreseen and which level of radioactivity does not allow free handling. There is liquid, solid and gaseous waste which in turn is divided into categories - low-level, medium-level and high-level. Radioactive waste is subject to mandatory processing before disposal.

Disposal of solid radioactive waste is carried out in special facilities - radioactive waste repositories.



<http://www.norao.ru/waste/>

Топливный цикл/Fuel Cycle



Хранение отработавшего ядерного топлива

Хранение отработавшего ядерного топлива - этап топливного цикла. Хранение ОЯТ осуществляется мокрым или сухим способом.

После выгрузки из реактора ОЯТ выдерживается в бассейне 1–3 года, затем транспортируется в хранилища ОЯТ, где устанавливается в специальных герметичных контейнерах в бетонные камеры, охлаждаемые воздухом (сухое хранение) или водой (мокрое).

В России (г.Железногорск, Красноярский край) построен первый в мире комплекс централизованного сухого хранения ОЯТ (СХОЯТ) (ТРОЯТ). По

Storage of spent nuclear fuel

Storage of Spent Nuclear Fuel is a stage of the nuclear fuel cycle. It can be wet or dry.

After unloading from the reactor the SNF is kept in the pool for about 1-3 years, then it is transported to the SNF storage facilities. There SNF in special leak tight casks is installed in concrete boxes cooled by the air (dry storage) or water (wet storage).

The world's first facility for centralized dry storage of SNF was built in Russia (Zheleznogorsk, Krasnoyarsk region).

After its storage SNF is sent for



<https://www.atomic-energy.ru/SMI/2018/04/09/84831>

<https://moluch.ru/archive/262/60580/>

<https://fishki.net/3153049-saga-o-ros-atome>

Авторы



Город,
школа

Udomlya, school N 3

Руководитель группы - Курносова

Участники:

Бойцова Милана,
Кантор Ульяна
Терещенко Тамара

svetlana_kurnosova@mail.ru



The Team Leader: Svetlana Kurnosova

The team members:

Milana Boitsova
Ulyana Kantor
Tamara Tereshchenko

svetlana_kurnosova@mail.ru