**Защитные мембраны на горизонтальных экспериментальных каналах реактора ПИК**

***К. А. Коноплев***

**Аннотация**

Мембраны на горизонтальных каналах, выводящих нейтронные пучки из реактора ПИК, служат для уменьшения утечки газа за пределы канала. При облучении воздуха внутри каналов образуется радиоактивный изотоп 41Аr. В настоящей работе оцениваются допустимый уровень утечки 41Аr из каналов и соответствующие требования к герметизации мембран. Рекомендованы тонкие мембраны из алюминия.

Проанализирован сценарий внезапного разрыва канала и мембраны с выходом тяжелой воды с радиоактивным тритием в помещения реактора. Показано, что радиоактивность будет локализована и облучение не превысит допустимых норм.

Работа выполнена в Отделе физики и техники реакторов (ЛРИВ).

**PIK Reactor Protective Membranes at Neutron Beam Channels**

***K.A. Konoplev***

**Abstract**

Membranes on the PIK reactor neutron beam channels serve to reduce gas leakage outside the channel. Irradiation of the air inside the channels generates radioactive 41Ar. The permissible level of 41Ar leakage from the channels and the corresponding requirements for membrane sealing are evaluated. Use of thin aluminium membranes is recommended.

A scenario of channel tube and membrane rupture leading to a release of heavy water with tritium inside the reactor containment is analyzed. It is demonstrated that radioactivity would be localized and irradiation would not exceed permissible norms.

The work has been performed at the Reactors Physics and Technics Section (LHIS).

Препринт № 3039, 19.11.2019 г.

E-mail: [konoplyev\_ka@pnpi.nrcki.ru](mailto:konoplyev_ka@pnpi.nrcki.ru)

**Описание программы управления установкой для протонной стереотаксической терапии**

***М. Р. Колхидашвили, Т. В. Савельева, В. А. Соловей,***

***Д. С. Брожик, Е. М. Иванов, Д. Л. Карлин, Н. А. Кузора,***

***В. И. Лазарев, В. В. Лысенко, В. И. Максимов,***

***Н. И. Мамедова, Ф. А. Пак, А. И. Халиков***

**Аннотация**

В настоящей работе приводится описание программного обеспечения для автоматизации проведения протонной стереотаксической терапии. Разработанный программный продукт служит для управления осями движения установки для протонной стереотаксической терапии, мониторирования параметров пучка и проведения сеанса облучения по заданному алгоритму. Программа написана в среде LabWindows/CVI на языке программирования ANSI С.

Работа выполнена в Отделении перспективных разработок (ГПТ).

**Description of Software for Control of Stereotactic Proton Therapy Facility**

***M.R. Kolhidashvili, T.V. Savelyeva, V.A. Solovey, D.S. Brozhik,***

***E.M. Ivanov, D.L. Karlin, N.A. Kuzora, V.I. Lazarev, V.V. Lysenko,***

***V.I. Maksimov, N.I. Mamedova, F.A. Рак, A.I. Khalikov***

**Abstract**

The paper describes software to automate stereotactic proton therapy process. The developed software is used to control the axes of motion of the proton stereotactic therapy unit, monitor the beam parameters and conducting a radiation session to the specified algorithm. The program is written in LabWindows/CVI in ANSI С

The work has been performed at the Knowledge Transfer Division (PTG).

Препринт № 3040, 22.10.2019 г.

E-mail: [kolkhidashvili\_mr@pnpi.nrcki.ru](mailto:kolkhidashvili_mr@pnpi.nrcki.ru)

**Расчет кампании реактора ПИК с использованием кода SERPENT-2**

**на этапе энергетического пуска**

***А. С. Захаров, М. С. Онегин***

**Аннотация**

В работе исследованы температурные эффекты реактивности в реакторе ПИК с использованием кода NEWT и экспериментов на критическом стенде – физической модели реактора. Построена компьютерная нейтронно-физическая модель для выполнения расчетов реактора в горячем состоянии при выходе на полную мощность. Проведен расчет выгорания топлива по коду SERPENT-2 на пониженной мощности (10 МВт) для обеспечения его использования на полной мощности. Модуль для расчета выгорания топлива в коде SERPENT-2 был верифицирован с использованием кода MCNP-6.1.

Исследовано влияние геометрического описания твэла в программе, используемой библиотеки ядерных данных на реактивность, а также влияние накопления 149Sm на коэффициенты размножения для различных состояний реактора. Моделированы эффекты реактивности, связанные с разогревом воды и топлива в активной зоне и выходом реактора на мощность 100 МВт.

В разработанной модели реактора в процессе рабочего цикла контролируются положение горячей точки в активной зоне, а также коэффициенты запаса мощности до кризиса теплообмена.

Работа выполнена в Отделе физики и техники реакторов и Отделении теоретической физики.

**PIK Reactor Burnup Cycle Calculation Using Serpent-2**

**Code on the Stage of the First Full Power Operation**

***A.S. Zakharov, M.S. Onegin***

**Abstract**

Temperature effects for the reactor reactivity were calculated and verified in comparison with the NEWT code results and the results obtained on the PIK reactor mock-up. Reactor model for the full hot core was built. Calculations of fuel burnup on 10 MW power using SERPENT-2 were done to prepare the fuel for the full core full power operation. Fuel burnup module of SERPENT-2 code was verified in comparison with MCNP-6.1 code results.

The importance of the fuel pin representation in the model and dependence of the results on using nuclear library was studied. Also the effect of 149Sm accumulation in the core was investigated. Full burnup operation cycle was calculated on 100 MW power level at the end. Different effects of influence of the fuel and moderator heating on the reactor reactivity were studied.

During the fuel operational cycle calculations the code determined the position of the hot point in the reactor and the ratio of the maximal heat flux in the core to the critical heat flux value.

The work has been performed at the Reactor Physics and Technology Department and the Theoretical Physics Division.

Препринт № 3041, 20.12.2019 г.

E-mail: [zakharov\_as@pnpi.nrcki.ru](mailto:zakharov_as@pnpi.nrcki.ru)

**Расчет геометрической эффективности газового многопроволочного пропорционального счетчика низкого давления**

***В. Э. Соколов***

**Аннотация**

В данной работе изложен математический метод Монте-Карло для расчета геометрической эффективности газового многопроволочного пропорционального счетчика низкого давления. Рассмотрены парциальные эффекты от различных неопределенностей в геометрии детектора, каждый из которых влияет на геометрическую эффективность. Описан принцип работы детектора и показано влияние пространственно-временного разрешения. Проведено сравнение расчетов с пакетом для математического моделирования Geant4. Рассчитана неопределенность в коэффициенте анизотропии для изотропного излучения из мишени.

Работа выполнена в Отделении перспективных разработок (ОПЯФ).

**Calculation of the Geometric Efficiency of Gaseous   
Multi-Wire Proportional Low-Pressure Detector**

***V.E. Sokolov***

**Abstract**

This paper presents the mathematical Monte Carlo method for calculation of the geometric efficiency of gaseous multi-wire low-pressure proportional counter. Partial effects from different uncertainties in geometry of the detector, each one specifically affects the curve of geometric efficiency are considered. A principle of operation of the detector is described and the influence of space-time resolution on the curve is shown. A comparison has been made with package for mathematical modelling Geant4. The uncertainty in the anisotropy coefficient for isotropic radiation from target is calculated.

The work has been performed at the Knowledge Transfer Division (DANP).

Сообщение № 3042, 24.12.2019 г.

E-mail: [sokolov\_ve1@pnpi.nrcki.ru](mailto:sokolov_ve1@pnpi.nrcki.ru)

**Поля температуры и потока тепла в теплоносителе**

**вокруг крестообразного твэла реактора ПИК**

***В. В. Гостев***

**Аннотация**

Рост удельной мощности исследовательских реакторов потребовал создания твэлов столь сложных форм, что теплофизические расчеты для них стали возможны лишь с применением мощных вычислительных средств, однако практика расчетов не затронула ряд математических проблем. В данной работе методом конформных отображений теории функций комплексного переменного найдено аналитическое точное решение уравнения Фурье для жидкости, охлаждающей крестообразный твэл реактора ПИК. Метод позволил привести геометрию твэла к геометрии круга, где уравнение Фурье решается элементарно.

Работа выполнена в Отделе физики и техники реакторов.

**The Fields of Temperature and Heat Flower in the Coolant Around   
the Cross-Shaped Fuel Element of the Reactor PIK**

**V.V. Gostev**

**Abstract**

The continuous increasing of specific power of research reactors required the creations of fuel elements of greatly intricate geometrical shapes. Any either pile neutrons or thermal physics calculations of such lattices get possible by means of powerful computers. However by this occurred without proper attention some essential mathematical circumstances. In this work by means of very powerful method of functions of complex variables theory (conform representations) the problem of investigation of temperature and heat flower fields for cross-shaped fuel elements of reactor PIK was solved analytically. In this problem the heat transfer with coolant from fuel was takes into account.

The work has been performed at the Department of Reactor Physics and Technology.

Препринт № 3043, 17.12.2019 г.

E-mail: [gostev\_vv@pnpi.nrcki.ru](mailto:gostev_vv@pnpi.nrcki.ru)