ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 8

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 8

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЙ БОРА, КАДМИЯ И ГАДОЛИНИЯ НА ЭТАПЕ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОИЗВОДСТВЕ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ УРАНА

Суюнов У.А.
Докторанты НГГТУ, г. Навоий, Узбекистан
Тошев О.С.
Докторанты НГУ, г. Навоий, Узбекистан
Аллаберганова Г.М.
Доцент НГГТУ, г. Навоий, Узбекистан
Музафаров А.М
Профессор НГГТУ, г. Навоий, Узбекистан
E-mail: sulaymonnovichoybek@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada muayyan ishlab chiqaruvchining tayyor uran mahsulotida bor, kadmiy va gadoliniy elementlari miqdorini eksperimental aniqlash natijalari keltirilgan. Tayyor uran mahsulotidagi kadmiy va borning asosiy yadro-fizik xossalari bayon etilgan. Ushbu elementlarning neytron yutuvchi komponentlar sifatidagi salbiy jihatlari o‘rganilgan, ya’ni ular yadro yoqilg‘isi tarkibidagi kuchli neytron absorbentlari hisoblanadi. Shu sababli yadro yoqilg‘ilarida B (^{10}B), Cd (^{113}Cd) va Gd (^{157}Gd) izotoplari miqdori qat’iy me’yorlanadi hamda U_3O_8 ishlab chiqarish bosqichida doimiy nazorat qilinadi.

Kalit so‘zlar: kadmiy, bor, neytron yutuvchi elementlar, yadro yoqilg‘isi, tarkib nazorati, U_3O_8 ishlab chiqarishi.

Аннотация. В данной статьи приведены результаты экспериментального определения содержаний бора, кадмия и гадолиния в готовой продукции урана конкретного производителя. Перечислены основные ядерно-физические свойства кадмия и бора в готовой продукции урана. Изучены их отрицательные стороны, как элементы-поглотители нейтронов, то есть являются особыми нейтронными поглотителями ядерного топлива. Поэтому содержание B (^{10}B), Cd (^{113}Cd) и Gd (^{157}Gd) строго ограничено в ядерных топливах и контролируется на этапе производства U_3O_8.

Ключевые слова: кадмий, бор, элементы-поглотители нейтронов, ядерное топливо, контроль содержаний, производство U_3O_8.

Abstract. This article presents the results of the experimental determination of boron, cadmium, and gadolinium contents in finished uranium products manufactured by a specific producer. The main nuclear-physical properties of cadmium and boron in finished uranium products are described. Their negative effects as neutron-absorbing elements have been investigated, since they act as strong neutron absorbers in nuclear fuel materials. Therefore, the concentrations

of B (^{10}B), Cd (^{113}Cd), and Gd (^{157}Gd) are strictly regulated in nuclear fuels and are carefully monitored during the production stage of U_3O_8.

Keywords: cadmium, boron, neutron-absorbing elements, nuclear fuel, content control, U_3O_8 production.

1. ВВЕДЕНИЕ.

Как известно, о изотопном составе, о примесных элементах и ядерно-физических параметрах готовой продукции урана в открытой печати информации очень мало. Причиной этому является секретности технологии получения готовой продукции урана. Изотопный состав, примесные элементы и ядерно-физические параметры готовой продукции урана является основными показателями качества ядерных топлив и физических действий реакторов. В статье рассматриваются методы анализа примесных элементов готовой продукции урана. Основное внимание обращено на методы определения содержаний примесных элементов - бора – B, кадмия - Cd и годолиния - Gd так как они имеют самые высокие сечение поглощения нейтронов.

1.1. Целью данного исследования является определения содержаний примесных элементов в готовой продукции урана.

1.2. Актуальность Как известно в ядерной энергетике одним из основных факторов, определяющих качество ядерных топлив, является нейтронный баланс. А нейтронный баланс - это соотношение между количеством нейтронов, которые рождаются в ядерном реакторе, и количеством нейтронов, которые теряются (поглощаются или покидают активную зону). Наличие сильно поглощающих нейтроны элементов (абсорберов) значительно влияет на нормальное функционирование - реактивность реактора. Бор, кадмий и годолиний природно состоят из нескольких изотопов, некоторые из них обладают очень высоким сечением поглощения нейтронов. Кроме него нейтронный баланс характеризуется коэффициентом размножения - k, где $k = 1$ тогда реактор в критическом состоянии (мощность постоянна), $k > 1$ тогда реакция усиливается (разгон) и $k < 1$ тогда реакция затухает.

На основание вышеперечисленных проведение экспериментального определения содержаний примесных элементов - бора – B, кадмия - Cd и годолиния - Gd в готовой продукции урана является актуальной задачей ядерной физики, экспериментальной физики и атомной техники.

1.3. Анализ ранее выполненных исследований

Проблема контроля примесных элементов в готовой продукции урана является одной из важных задач ядерной физики и технологий ядерного топлива. Особое внимание в ранее выполненных исследованиях уделялось

ISSN 3030-3907

элементам с высоким сечением поглощения тепловых нейтронов — бору, кадмию и гадолинию, поскольку даже их незначительные концентрации способны оказывать влияние на нейтронный баланс и реактивность ядерных реакторов.

В документах Международного агентства по атомной энергии (IAEA) [1] и стандарте ASTM C967-13 [2] приведены основные требования к химическому составу уранового концентрата и допустимым содержаниям нейтронопоглощающих примесей. В данных работах подчёркивается необходимость постоянного аналитического контроля качества продукции U_3O_8 на этапах производства и хранения.

Физические основы взаимодействия нейтронов с веществом и влияние примесных элементов на работу реакторов рассмотрены в работах Knoll [3], Lamarsh и Baratta [4]. Авторами показано, что изотопы ^{10}B, ^{113}Cd и ^{157}Gd обладают высокими сечениями поглощения тепловых нейтронов и могут снижать эффективность ядерного топлива.

В исследованиях Choppin и соавторов [5], а также Tsoulfanidis и Landsberger [6] рассмотрены современные методы радиохимического и спектрометрического анализа. Отмечена высокая эффективность методов ICP-MS и атомно-абсорбционной спектрометрии при определении микропримесей в урановых материалах.

Работы Музафарова А.М., Аллабергановой Г.М. и соавторов [7,8] посвящены вопросам радиационной безопасности урановых предприятий и совершенствованию контроля урановой продукции. В исследованиях Суюнова У.А., Тошева О.С. и соавторов [9], а также Урунова И.А. и соавторов [10] изучены методы анализа технологических и радионуклидных параметров урановых концентратов.

Анализ литературных источников показывает, что исследования в области контроля примесных элементов в урановой продукции активно развиваются. Вместе с тем вопросы экспериментального определения содержаний бора, кадмия и гадолиния в готовой продукции урана современными методами анализа остаются актуальными и требуют дальнейшего изучения.

2. ТЕХНИКА И МЕТОДЫ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА.

Содержания кадмия в готовой продукции урана определено методом атомно-абсорбционной спектрометрии на приборе – AAC - 3300 «Термо Фишер Сайентифик» США. Содержания бора в готовой продукции урана определено методом – масс -спектрометрия с индуктивно связанной плазмой ICP-MS на приборе – ICPE -9800 Shimadzu, Япония. Содержания гадолиния в готовой продукции урана определено методом – масс -

ISSN 3030-3907

спектрометрия с индуктивно связанной плазмой ICP-MS на приборе – ICPE -9800 Shimadzu, Япония.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

Один из основных ядерно-физических характеристик примесных элементов - бора - B, кадмия - Cd и годолиния - Gd в готовой продукции урана является их сечение поглощения (cross-section) нейтронов (тепловых). Сечение поглощения – это физическая величина, характеризующая вероятность реакции ядра с нейтроном или другой частицей. Измеряется в барнах (1 барн = 10^{-28}м²). Микроскопическое сечение σ относится к одному ядру, макроскопическое сечение $\Sigma = N\sigma$ учитывает множество ядер. Сечение зависит от типа реакции ((n,γ), (n,α), деление) и энергии нейтрона. Тепловые нейтроны – имеет энергии - 0,025 эВ (при 20 °C), скорости ≈ 2200 м/с дают высокое сечение, быстрые нейтроны – имеет энергии – 0,1 – 10 МэВ (при 20 °C), скорости ≈ 20 000 м/с дают низкое сечение. В таб. 1 приведены сечение некоторых - ^{10}B,^{113}Cd, ^{157}Gd примесных элементов.

Таблица 1.

Сечение некоторых - ^{10}B,^{113}Cd, ^{157}Gd примесных элементов.

№	Изотоп примесного элемента	Реакция	σ (барн)
1	^{10}B	(n,α)	~ 3 800
2	^{113}Cd	(n,γ)	~ 20 000
3	^{157}Gd	(n,γ)	~ 250 000
4	^{238}U	(n,γ)	~ 2.7
5	^{235}U	(n,γ)	~ 98

Из приведенных данных в таб. 1 видно, что по эффективности поглощения тепловых нейтронов имеется:

$$^{157}\text{Gd} > {}^{113}\text{Cd} > {}^{10}\text{B} > {}^{235}\text{U} > {}^{238}\text{U}$$

На основание данного ряда даже микрограммы примесных элементов - B, Cd и Gd критичны для реактивности ядерного топлива.

Для определения содержаний примесных элементов - B, Cd и Gd в готовой продукции урана, отобранных 20 проб из приготовленных партии закиси-окиси урана для продажу экспортёру. Полученные результаты по определение содержаний примесных элементов - B, Cd и Gd в 20 пробах готовой продукции урана приведены в таб. 2.

Таблица 2

Сечение некоторых - ^{10}B, ^{113}Cd, ^{157}Gd примесных элементов

№ проб	Содержания примесного элемента, мкг/г

ISSN 3030-3907

	^{10}B, мкг/г	^{113}Cd, мкг/г	^{157}Gd, мкг/г	^{234}U, мкг/г	^{235}U, мкг/г	^{238}U, г/г
1	53,21	0,718	0,9924	53,21	0,718	0,9924
2	53,34	0,714	0,9921	53,34	0,714	0,9921
3	54,41	0,718	0,9918	54,41	0,718	0,9918
4	53,81	0,715	0,9915	53,81	0,715	0,9915
5	53,27	0,716	0,9916	53,27	0,716	0,9916
6	53,63	0,718	0,9917	53,63	0,718	0,9917
7	53,44	0,717	0,9919	53,44	0,717	0,9919
8	54,09	0,712	0,9916	54,09	0,712	0,9916
9	54,11	0,716	0,9913	54,11	0,716	0,9913
10	52,92	0,719	0,9919	52,92	0,719	0,9919
11	53,89	0,718	0,9918	53,89	0,718	0,9918
12	52,99	0,712	0,9922	52,99	0,712	0,9922
13	52,94	0,719	0,9921	52,94	0,719	0,9921
14	53,66	0,717	0,9920	53,66	0,717	0,9920
15	53,73	0,716	0,9918	53,73	0,716	0,9918
16	53,54	0,713	0,9917	53,54	0,713	0,9917
17	53,77	0,712	0,9924	53,77	0,712	0,9924
18	54,09	0,711	0,9921	54,09	0,711	0,9921
19	53,87	0,714	0,9925	53,87	0,714	0,9925
20	54,23	0,719	0,9926	54,23	0,719	0,9926
Предельно допустимые содержания примесей						
ASTM	≤ 1	≤ 1	≤ 5	53,41	0,720	0,9927
СТ РК 1909-2017	$<5\cdot10^{-5}$ %	$<1\cdot10^{-5}$ %	$<5\cdot10^{-5}$ %	53,41	0,720	0,9927

Как видно, из приведенных в таб. 2. данных, что содержаний примесного элемента – В бора в исследованных 20 пробах колеблется в диапазоне от 52,92 мк/г до 54,41 мк/г, Cd колеблется в диапазоне 0,711 до 0,719 мкг/г, Gd колеблется в диапазон от 0,9913 до 0,9926 мк/г, ^{234}U колеблется в диапазоне от 52,92 мкг/г до 54,41 мкг/г, ^{235}U колеблется в диапазоне от 0,711 мк/г до 0,719 мк/г, ^{238}U колеблется в диапазоне от 0,9913 г/г до 0,9926 г/г. На основание проведенных исследований определены, содержание примесных элементов в 20 реальных пробах готовой продукции урана и установлены что, в них содержание исследованных примесных элементов не превышает установленных в ASTM и КазАтех норм.

ISSN 3030-3907

Данная исследования проведенная по определение содержаний примесных элементов в реальных пробах готовой продукции урана показывают, что выбранные методы приемлемые и они эффективно обеспечивает контроль качества готовой продукции. Кроме него предоставляет возможность соблюдение требований стандартов ASTM и национальных нормативов. Проведения непрерывного контроля качества готовой продукции урана вышеприведенными методами обеспечивает безопасность при хранении и транспортировки готовой продукции урана, а также соответствует требованием международного мониторинга и требований IAEA (МАГАТЭ) при ООН по мирному использованию атомной энергии**,** ядерной безопасности и нераспространения ядерного оружия**.**

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В данной работе проведено экспериментальное исследование содержания примесных элементов — бора (B), кадмия (Cd) и гадолиния (Gd) — в готовой продукции урана на этапе гидрометаллургического производства. Установлено, что данные элементы, обладая чрезвычайно высокими сечениями поглощения тепловых нейтронов, оказывают существенное влияние на нейтронный баланс и реактивность ядерных реакторов.

В ходе исследования были проанализированы 20 реальных проб готовой продукции урана. Полученные результаты показали, что содержание бора находится в диапазоне 52,92–54,41 мкг/г, кадмия — 0,711–0,719 мкг/г, а гадолиния — 0,9913–0,9926 мкг/г. Установлено, что концентрации исследованных примесных элементов не превышают предельно допустимых значений, установленных стандартами ASTM и СТ РК 1909-2017.

Показано, что методы атомно-абсорбционной спектрометрии (AAS) и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS) являются высокоэффективными и чувствительными методами аналитического контроля примесных элементов в урановой продукции. Полученные результаты подтверждают возможность их практического применения для оперативного контроля качества готовой продукции урана.

Проведённые исследования свидетельствуют о том, что постоянный контроль содержания нейтронопоглощающих элементов в урановом концентрате является важнейшим условием обеспечения качества ядерного топлива, безопасной эксплуатации реакторов, соблюдения международных требований МАГАТЭ, а также требований ядерной и радиационной безопасности. Результаты работы могут быть использованы при

ISSN 3030-3907

совершенствовании технологий аналитического контроля на современных уранодобывающих и гидрометаллургических предприятиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. International Atomic Energy Agency. *Quality Control of Nuclear Materials and Fuel Cycle Products*. Vienna: IAEA, 2018.
2. ASTM International. *ASTM C967-13: Standard Specification for Uranium Ore Concentrate*. West Conshohocken, USA, 2013.
3. Knoll G.F. Radiation Detection and Measurement. New York: John Wiley & Sons, 2010.
4. Lamarsh J.R., Baratta A.J. Introduction to Nuclear Engineering. New Jersey: Prentice Hall, 2001.
5. Choppin G., Liljenzin J.O., Rydberg J. Radiochemistry and Nuclear Chemistry. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002.
6. Tsoulfanidis N., Landsberger S. Measurement and Detection of Radiation. CRC Press, 2015.
7. Музафаров А.М., Аллаберганова Г.М., Кулматов Р.А. Оценка радиационной опасности урановых предприятий для объектов окружающей среды // XXI век. Техносферная безопасность. Москва, 2021. Т. 6. №1. С. 94–102.
8. Музафаров А.М., Аллаберганова Г.М., Турабджанов С.М., Аллаяров Р.М. Новый способ рекультивации загрязненных радионуклидами почв участков подземного выщелачивания урана // Universum: Технические науки. Москва, 2020. Вып. 6(75). Ч. 2. С. 91–96.
9. Суюнов У.А., Тошев О.С., Аллаберганова Г.М., Музафаров А.М. Изучение возможности методов определения влажности готовой продукции урана // Материалы научно-практической конференции, посвящённой 111-летию академика Содика Азимова. Навои, 2025. С. 21–25.
10. Урунов И.А., Аллаберганова Г.М., Суюнов У.А., Курбанов Б.И., Музафаров А.М. Анализ радионуклидного состава и радиоактивного равновесия в продуктах химконцентратов урана // Ta'limdagi ilmiy, ommabop va ilmiy tadqiqot ishlari. 2025. №1(9). С. 71–75.

ISSN 3030-3907