

АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННОГО МАССИВА ПО НОВЫМ ФИЗИЧЕСКИМ ЯВЛЕНИЯМ, ВОЗНИКАЮЩИМ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ

*А.Г. Шепелев, О.В. Немашколо, Л.Д. Юрченко
ННЦ «Харьковский физико-технический институт»,
г. Харьков, Украина*

Представлен наукометрический анализ мировых информационных потоков 1970–2005 гг. на основе автоматизированной Базы данных “International Nuclear Information System” (INIS) по ряду новых физических явлений, возникающих в твердых телах при облучении. Построены графики и диаграммы распределения публикаций по рассмотренным явлениям во времени, определен вклад основных стран в общее число соответствующих публикаций, выяснено распределение по основным языкам и типам публикаций.

АЭС Украины производят около 50% электроэнергии. Значительная их часть работает уже длительное время, а поскольку работа материалов в АЭС связана с тяжелыми условиями, определяющимися воздействием радиации и сложнапряженным состоянием, актуален вопрос о возможности продления проектных сроков эксплуатации АЭС.

Как известно, срок службы атомных реакторов и вспомогательного оборудования АЭС обусловлен в значительной мере теми новыми явлениями, которые происходят в твердых телах при облучении и с которыми человечество столкнулось относительно недавно. Возникающие в таких условиях различные дефекты кристаллической решетки, изменения микроструктуры применяемых материалов, взаимодействие дефектов друг с другом и с препятствиями определяются условиями облучения и работы узлов и агрегатов АЭС, а также свойствами материалов, из которых они изготовлены.

Деградация исходных физико-механических свойств связана [1] с размерными изменениями в результате газового и вакансионного распухания, радиационного роста, радиационной ползучести, изменения рельефа поверхности; с потерей пластичности и повышением температуры вязкохрупкого перехода вследствие низко- и высокотемпературного

охрупчивания; с ускорением процесса окисления и коррозии при взаимодействии конкретного материала с теплоносителем, продуктами ядерных реакций, используемым ядерным топливом; с эрозией поверхности материалов в результате коррозии, блистеринга, флэкинга, распыления; с локальным и объемным изменениями химического состава материала вследствие радиационно-стимулированной сегрегации компонент сплавов, ядерных реакций и имплантации ионов.

По предложению академика И.М. Неклюдова нами проанализирована динамика соответствующих информационных потоков с использованием сведений о публикациях, введенных в 1970 – 2005 гг. государствами – членами МАГАТЭ в автоматизированную Базу данных (БД) INIS.

Компьютерный анализ проводился на двух компьютерах типа Pentium по 32 ключевым словам и понятиям, относящимся к новым явлениям: радиационное распухание, радиационный рост, радиационная ползучесть, радиационное упрочнение, радиационное охрупчивание, вызванная радиацией сегрегация, трансмутационное легирование, физическое и химическое распыление, блистеринг. В результате работы изучена динамика роста числа публикаций, распределение их по странам, типам и языкам публикаций.

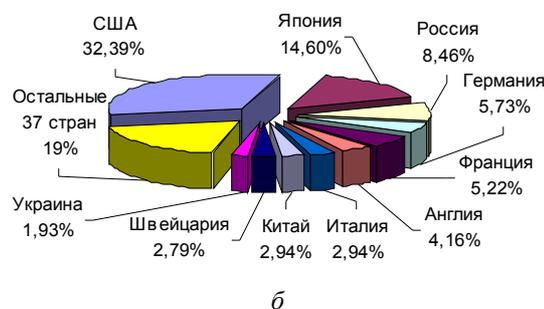
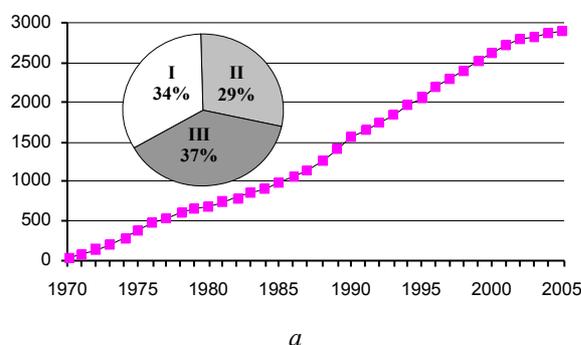
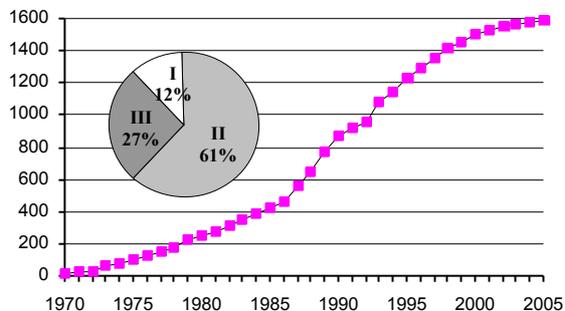


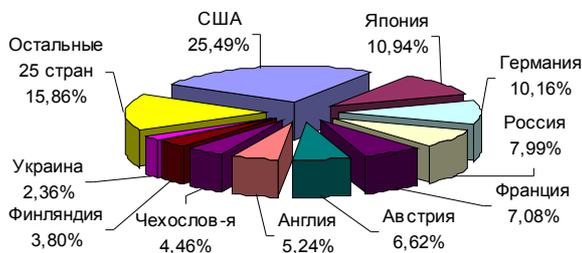
Рис. 1. Характеристики информационного потока по проблеме радиационного упрочнения:
а - кумулятивный рост числа публикаций и диаграмма их распределения по воздействию нейтронам (I – термоядерные; II – тепловые; III – быстрые); б – распределение публикаций по странам

На рис. 1,а приведены кумулятивный рост числа публикаций по проблеме радиационного упрочнения и диаграмма распределения работ по типам воздействующих нейтронов. Видно, что количество публикаций по данной проблеме постоянно нарастает, а работы почти в равных долях относятся к воздействию быстрых (37%), термоядерных (34%) и тепловых (29%) нейтронов. Вклад специалистов раз-



а

личных стран изображен на рис. 1,б. Более 50% работ выполнено специалистами США, Японии, России, Германии и Франции; около 3% – сделано специалистами Китая. Основным видом публикаций являются статьи (~36%), труды конференций (~34%), отчеты (~14%), книги (~8%). Публикации выполнены в основном на английском (~73%), русском (~12%) и немецком (~5%) языках.



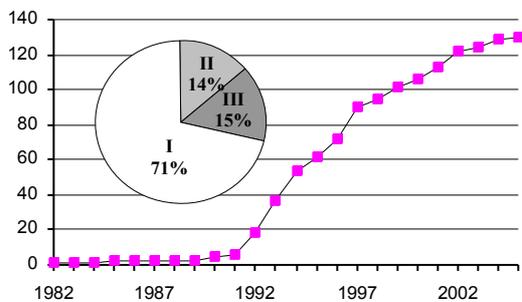
б

Рис. 2. Характеристики информационного потока по проблеме радиационного охрупчивания: а – кумулятивный рост числа публикаций и диаграмма их распределения по воздействующим нейтронам (I – термоядерные, II – тепловые, III – быстрые); б – распределение публикаций по странам

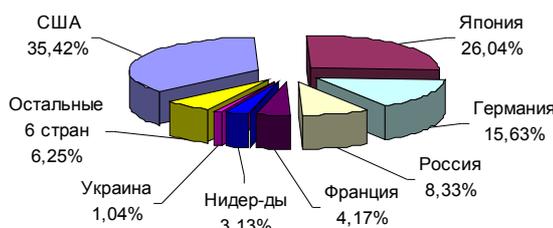
Кумулятивный рост числа публикаций по проблеме радиационного охрупчивания и диаграмма распределения работ по типам воздействующих нейтронов показаны на рис. 2,а. Происходит непрерывное нарастание количества публикаций, причем в основном работы связаны с воздействием тепловых нейтронов (61%); воздействию быстрых и термоядерных – посвящено соответственно 27 и 12% работ. Более половины работ проведено специали-

стами США, Японии, Германии, России и Франции (см. рис. 2,б). Основным видом публикаций являются труды конференций (~40%), отчеты (~22%), статьи (~18%) и книги (~14%). Основным языком публикаций являются английский (~68%), немецкий (~11%), русский (~8,5%).

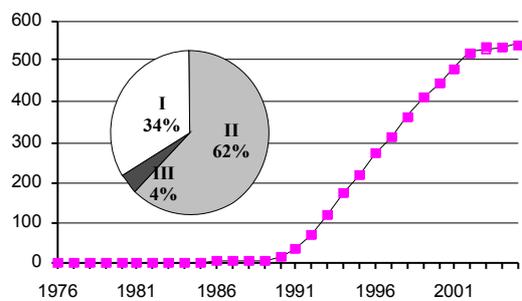
Из рис. 3 видно, что бурный рост публикаций связан с исследованиями гелиевого (а, б) и водородного (в, г) охрупчивания.



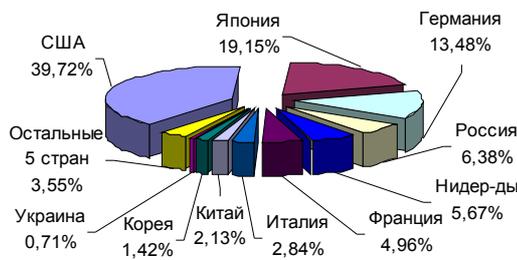
а



б



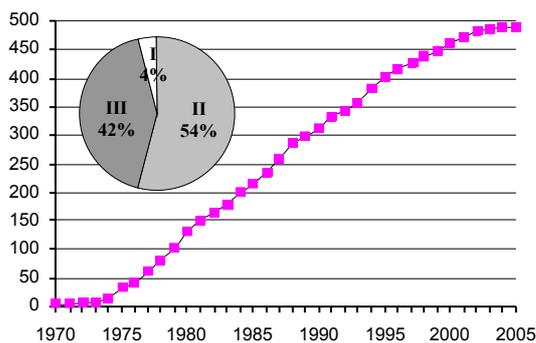
в



г

Рис. 3. Характеристики информационного потока по проблеме гелиевого (а, б) и водородного (в, г) охрупчивания: а, в – кумулятивный рост числа публикаций и диаграммы их распределения по воздействующим нейтронам (I – термоядерные; II – тепловые; III – быстрые); б, г – распределение публикаций по странам

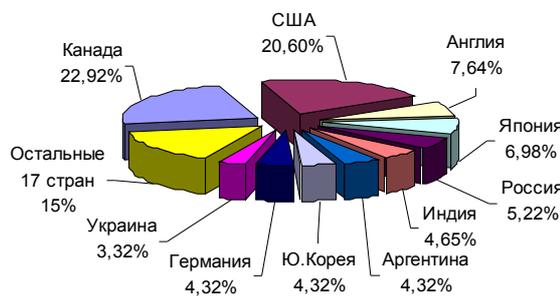
Подавляющее большинство работ по гелиевому охрупчиванию относится к термоядерным нейтронам (71%), в то время как исследования водородного – излагаются в основном в работах, связанных с тепловыми нейтронами (62%). Подавляющее количество работ выполнено специалистами США, Японии, Германии, России, Франции и Нидерландов; отметим вклад Китая и Ю. Кореи в исследования водородного охрупчивания. Основным видом публикаций по гелиевому охрупчиванию являются отчеты (~31%), статьи (~30%), труды конференций (~25%) и книги (~7%). Публикациям по водородному охрупчиванию посвящены статьи (~32%), труды конференций (~31%), книги (~16%) и отчеты (~12%). Основными



а

языками публикаций по гелиевому охрупчиванию являются английский (~84%), японский (~6%), немецкий (~5%) и французский (~2%). Публикации по водородному охрупчиванию осуществлены на английском (~77%), русском (~6%), японском (~5%) и французском (~4%) языках.

На рис. 4 приведены кумулятивный рост числа публикаций по проблеме радиационного роста и диаграмма распределения работ по типам воздействующих нейтронов. Заметен постоянный рост публикаций по этой проблеме, а подавляющее большинство работ относится к воздействию тепловых (54%) и быстрых (42%) нейтронов.



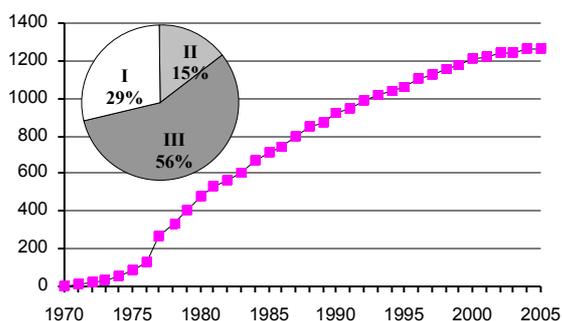
б

Рис. 4. Характеристики информационного потока по проблеме радиационного роста: а – кумулятивный рост числа публикаций и диаграмма распределения их по воздействующим нейтронам (I – термоядерные; II – тепловые; III – быстрые); б – распределение публикаций по странам

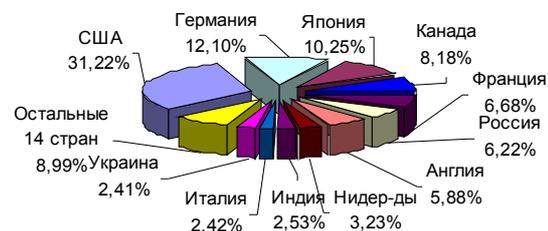
Вклад специалистов различных стран представлен на рис. 4,б. Более 50% работ сделано специалистами Канады, США, Англии, Японии и России; отметим заметный вклад Индии, Аргентины и Ю. Кореи. Основным видом публикаций являются статьи (~39%), труды конференций (~26%), отчеты (~13%), книги (~12%). Публикации выполнены в основном

на английском (~74%), русском (~12%), японском (~6%) и корейском (~2%) языках.

Кумулятивный рост числа публикаций по проблеме радиационной ползучести и диаграмма распределения работ по типам воздействующих нейтронов изображены на рис. 5.



а



б

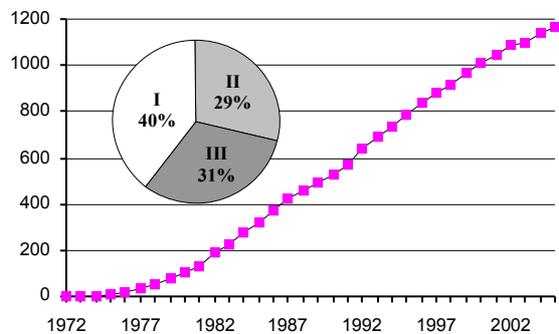
Рис. 5. Характеристики информационного потока по проблеме радиационной ползучести: а – кумулятивный рост числа публикаций и диаграмма их распределения по воздействующим нейтронам (I – термоядерные; II – тепловые; III – быстрые); б – распределение публикаций по странам

Отмечается постоянный рост публикаций по данной проблеме, а подавляющее большинство работ относится к воздействию быстрых нейтронов (56%); воздействию термоядерных и тепловых нейтронов

посвящено, соответственно, 29 и 15% работ. Вклад специалистов различных стран показан на рис. 5,б. Подавляющее большинство работ выполнено специалистами США, Германии, Японии, Канады, Фран-

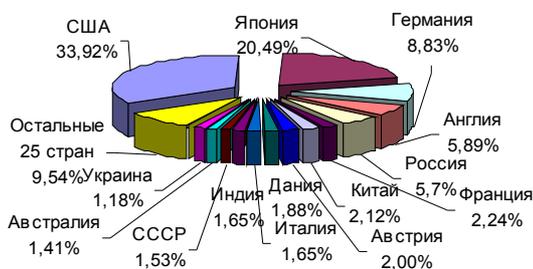
ции и России; отмечен вклад Индии. Основным видом публикаций являются труды конференций (~37%), статьи (~29%), отчеты (~18%) и книги (~12%). Основные языки публикаций - английский (~81%), русский (~12%), французский (~2%) и японский (~2%).

График (рис. 6) показывает кумулятивный рост



а

числа публикаций по проблеме радиационной сегрегации, а диаграмма – распределение работ по типам воздействующих нейтронов.



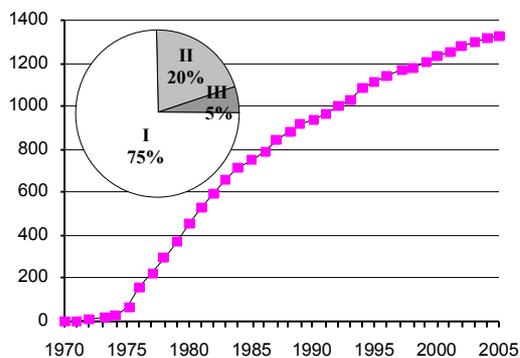
б

Рис. 6. Характеристики информационного потока по проблеме вызванной радиацией сегрегации: а - кумулятивный рост числа публикаций и диаграмма распределения их по воздействующим нейтронам (I – термоядерные, II – тепловые, III – быстрые); б – распределение публикаций по странам

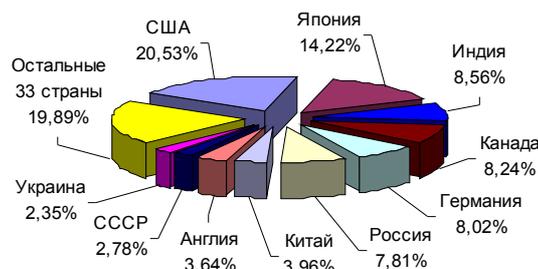
Наблюдается постоянный рост публикаций по проблеме, а работы в сопоставимых долях относятся к воздействию термоядерных (40%), быстрых (31%) и тепловых (29%) нейтронов. Вклад специалистов различных стран приведен на рис.6,б. Подавляющее большинство работ выполнено специалистами США, Японии, Германии, России и Великобритании; отмечен вклад Индии и Китая. Основным видом публикаций являются труды конференций

(~31%), отчеты (~18%), книги (~10%). Публикации изложены в основном на английском (~80%), японском (~8%), русском (~4%) и немецком (~4%) языках.

Кумулятивный рост числа публикаций по проблеме блистеринга и диаграмма распределения работ по типам воздействующих нейтронов приведены на рис. 7.



а



б

Рис. 7. Характеристики информационного потока по проблеме блистеринга: а - кумулятивный рост числа публикаций и диаграмма их распределения по воздействующим нейтронам (I – термоядерные; II – тепловые; III – быстрые); б – распределение публикаций по странам

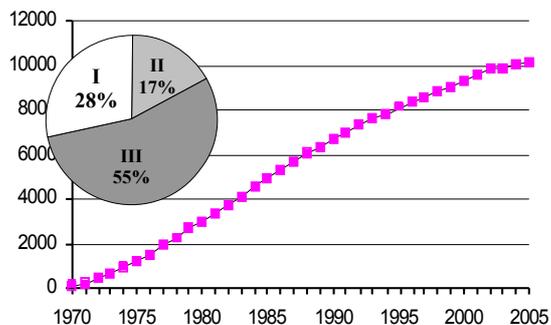
Отмечается постоянный рост публикаций по этой проблеме, а подавляющее большинство работ относится к воздействию термоядерных нейтронов (75%); воздействию тепловых и быстрых нейтронов посвящено соответственно 20% и 5% работ. Вклад специалистов различных стран показан на рис.7,б. Подавляющее большинство работ выполнено специалистами США, Японии, Индии и Канады; заметим

вклад Китая. Основным видом публикаций являются статьи (~40%), труды конференций (~31%) и отчеты (~15%). Публикации изложены в основном на английском (~74%), русском (~14%) и японском (~4%) языках.

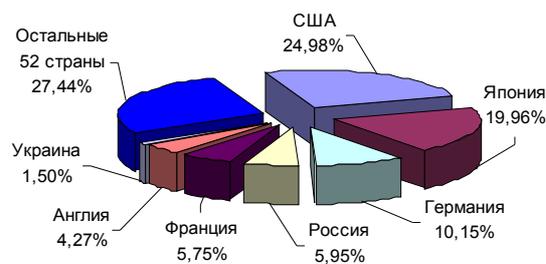
На рис. 8 приведены кумулятивный рост публикаций по распуханию и диаграмма распределения работ по типам воздействующих нейтронов. Заметен

рост публикаций, связанных с воздействием быстрых (55%), термоядерных (28%) и тепловых (17%) нейтронов. Вклад специалистов различных стран изображен на рис. 8,б. Большинство работ выполнено в США, Японии, Германии, России и Франции. Основным видом публикаций являются статьи (~32%), труды конференций (~30%), отчеты (~21%) и книги (~9%). Основные языки публикаций – английский (~72%), русский (~9%) и японский (~8%).

Кумулятивный рост публикаций по проблеме распыления и диаграмма распределения работ по



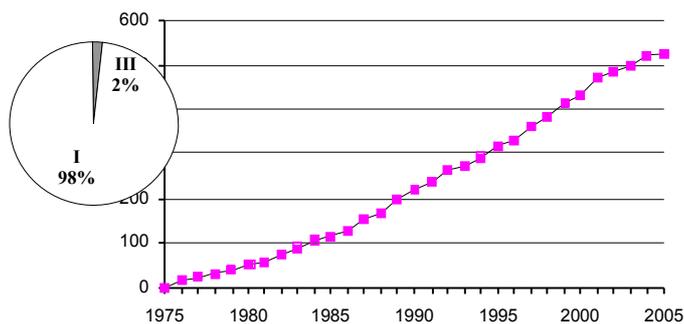
а



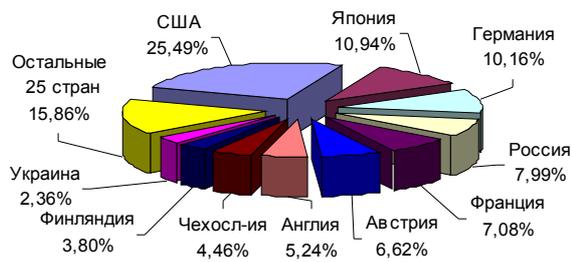
б

Рис. 8. Характеристики информационного потока по проблеме распухания:

а – кумулятивный рост числа публикаций и диаграмма их распределения по воздействию нейтронам (I – термоядерные; II – тепловые; III – быстрые); б – распределение публикаций по странам



а



б

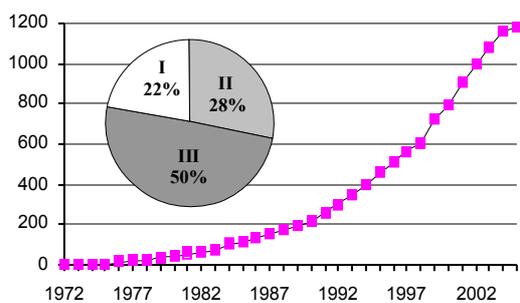
Рис. 9. Характеристики информационного потока по проблеме распыления:

а - кумулятивный рост числа публикаций и диаграмма их распределения по воздействию нейтронам (I – термоядерные, III - быстрые); б - распределение публикаций по странам

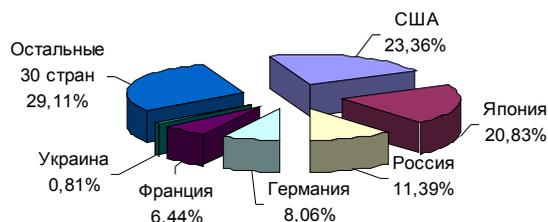
На рис. 10 показаны кумулятивный рост числа публикаций по проблеме трансмутационного легирования и диаграмма распределения работ по типам воздействующих нейтронов. Наблюдается резкий рост публикаций по данной проблеме, а половина общего числа работ относится к воздействию быстрых нейтронов (50%); вторую половину разделили воздействие тепловых и термоядерных нейтронов:

типам воздействующих нейтронов приведены на рис. 9. Отмечается постоянный рост публикаций, связанных в основном с воздействием термоядерных нейтронов (98%). Большинство работ выполнено в США, Японии, Германии, России и Франции. Основным видом публикаций являются статьи (~38%), труды конференций (~31%) и отчеты (~15%). Основные языки публикаций – английский (~88%), японский (~5%) и русский (~4%).

соответственно 28 и 22% работ. Подавляющее большинство трудов выполнено специалистами США, Японии, России и Германии. Основным видом публикаций являются труды конференций (~37%), отчеты (~21%), статьи (~20%) и книги (~13%). Основными языками публикаций являются английский (~82%), а также японский (~6%) и русский (~4%).



а



б

Рис. 10. Характеристики информационного потока по проблеме трансмутационного легирования: а - кумулятивный рост числа публикаций и диаграмма распределения их по воздействующим нейтронам (I – термоядерные, II – тепловые, III - быстрые); б – распределение публикаций по странам

Таким образом, настоящий анализ показывает актуальность рассмотренной темы, исследованной нами по инициативе академика НАНУ И.М. Неклюдова.

Работа выполнялась в рамках бюджетного финансирования на компьютерах, полученных по Гранту МАГАТЭ UKR/0/002 и Проекту INTAS 96-09.

ЛИТЕРАТУРА

1. И.М. Неклюдов. Состояние и проблемы материалов атомных реакторов Украины // *Вопросы атомной науки и техники. Серия «Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение»* (81). 2002, №3, с. 3–10.

АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНОГО МАСИВУ ПО НОВИМ ФІЗИЧНИМ ЯВИЩАМ, ЯКІ ВИНИКАЮТЬ В ТВЕРДИХ ТІЛАХ ПРИ ОПРОМІНЕННІ

А.Г. Шепелєв, О.В. Немашкало, Л.Д. Юрченко

Представлено наукометричний аналіз світових інформаційних потоків 1970-2005 рр. на основі автоматизованої Базис даних "International Nuclear Information System" (INIS) по ряду нових фізичних явищ, які виникають у твердих тілах при опроміненні. Побудовано графіки та діаграми розподілу публікацій по розглянутим явищам в часі, визначено внесок основних країн в загальну кількість відповідних публікацій, вияснено розподіл по основним мовам і типам публікацій.

ANALYSIS OF DATA ARRAY ON NEW PHYSICAL PHENOMENA OCCURRING IN SOLIDS UNDER

A.G. Shepelev, O.V. Nemashkalo, L.D. Yurchenko

Based on the data retrieved from the automated International Nuclear Information System Database, the authors present a scientometric analysis of world information flows on some new physical phenomena occurring in solid under irradiation over a period 1970-2005. Plots and diagrams of time distributions of publications on the phenomena under discussion are constructed, the contribution of main countries to the total number of appropriate publications is determined, the distributions in the basic languages and types of publications are clarified.