

**Федеральное медико-биологическое агентство Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Государственный научный центр Российской Федерации –  
Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна»  
Медико-биологический университет  
инноваций и непрерывного образования**

ОДОБРЕНО  
Секцией №3 Ученого совета  
ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им.  
А.И. Бурназяна ФМБА России,  
протокол №10 от 14.09.2022 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Первый заместитель генерального  
директора ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им.  
А.И. Бурназяна ФМБА России,  
доктор мед. наук, профессор  
А.Ю. Бушманов

Лягинская А.М., Паринов О.В., Галстян И.А.,  
Метляев Е.Г., Торубаров Ф.С., Купцов В.В., Кретов А.С.

**ВРЕМЕННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО  
ПРОВЕДЕНИЮ МЕДИЦИНСКИХ  
ОСМОТРОВ РАБОТНИКОВ  
ПРОИЗВОДСТВА СНУП ТОПЛИВА**

**Стандарт организации**

**Москва, 2023**

**УДК 614.2**  
**ББК 51.13**  
**В81**

**Временные рекомендации по проведению медицинских осмотров работников производства снуп топлива:** Стандарт организации – Москва: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2023. – 24 с.

Авторы: Лягинская А.М., Паринов О.В., Галстян И.А., Метляев Е.Г., Турубаров Ф.С., Купцов В.В., Кретов А.С.

В настоящем документе реализованы требования законов Российской Федерации:  
Трудовой кодекс Российской Федерации;  
Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. № 323 «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»;  
Федеральный закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;  
Федеральный закон от 09 января 1996 г. № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения»;  
Федеральный закон от 24 июля 1998 г. № 125 – ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний»

## Предисловие

### 1. Разработаны:

1.1. В Федеральном Государственном бюджетном учреждении «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» (ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России).

Заместитель генерального директора по науке и биофизическим технологиям, д.м.н. Н.К. Шандала

### 2. Исполнители:

Главный научный сотрудник, д.б.н., профессор А.М. Лягинская,  
Заместитель генерального директора по мед. части, к.м.н. О.В. Паринов,

Заведующий лабораторией, д. м. н, доцент И.А. Галстян,

Заведующий лабораторией, к.м.н. Е.Г. Метляев,

Главный научный сотрудник, д.м.н., профессор Ф.С. Торубаров,

Старший научный сотрудник В.В. Купцов,

Руководитель Центра профпатологии А.С.Кретов.

### 3. В настоящем документе реализованы требования законов Российской Федерации:

- Трудовой кодекс Российской Федерации
- Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. № 323 «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»;
- Федеральный закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;
- Федеральный закон от 09 января 1996 г. № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения»;
- Федеральный закон от 24 июля 1998 г. № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний»,

### 4. Утверждены и введены в действие ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России «\_\_\_» 2023 г.

### 5. Введены впервые.

## Содержание

Введение .....	5
1. Область применения.....	7
2. Нормативные ссылки.....	7
3. Термины, определения, сокращения.....	9
4. Порядок проведения медицинских осмотров работников, подвергающихся облучению на рабочем месте в соответствии с Приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 29н «Об утверждении порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, предусмотренных частью четвертой статьи 213 Трудового кодекса Российской Федерации, перечня медицинских противопоказаний к осуществлению работ с вредными и (или) опасными производственными факторами, а также работам, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры» .....	9
5. Основная характеристика биологического действия радиационных факторов, влияющих на работников производства СНУП топлива.....	16
6. Состояние здоровья работников экспериментального производства СНУП топлива.....	17
7. Рекомендации по дополнительному медицинскому обследованию персонала, работающего на производстве СНУП топлива .....	19
Заключение .....	21
Библиография .....	21

## Введение

Ядерная энергетика является важным источником энергии для человечества. В настоящее время энергетические проблемы приобретают особую остроту, поскольку для обеспечения роста энергопотребления требуется дальнейшее увеличение добычи и транспортирования энергоресурсов при одновременном возникновении ресурсного дефицита и экономического напряжения.

Перспективным направлением увеличения растущего энергопотребления является использование уже отработанного высокоэнергетического ОЯТ.

В настоящее время ведутся работы по рециклированию – вторичному использованию урана и плутония, выделенных из отработанного топлива, и повторное вовлечение их в ядерно-топливный цикл в виде смешанного нитридного уран-плутониевого (СНУП) топлива [1,2].

Регенерированный уран и плутоний имеют сложный состав, обусловленный происхождением, степенью обогащения, степенью выгорания ядерных материалов, сроками хранения и токсикологией вновь создаваемого уран-плутониевого топлива, обусловленной физико-химическими особенностями используемых материалов ОЯТ.

Вовлечение плутония в топливный цикл является потенциально высокотоксичным процессом, поскольку использование плутония, одного из самых радиотоксичных элементов, неизбежно приведет к изменению радионуклидного состава аэрозолей воздуха рабочей зоны и росту внешнего  $\gamma$ - $n$  нейтронного излучения на рабочих местах по сравнению с производством топлива на основе урана. Кроме того, при производстве смешанного топлива возможно нерadiационное воздействие на персонал токсических веществ, используемых и образующихся при производстве топлива. Из этого следует, что на данном производстве персонал будет подвергаться гораздо большему риску, чем персонал предприятий по производству уранового топлива или при работе с плутонием.

В смешанном уран-плутониевом соединении, уран составляет большую долю, и этот факт также определяет преимущественную роль в поведении смешанного соединения в организме человека [3].

Биологические эффекты воздействия плутония и урана на организм работающих будут определяться следующими свойствами изотопов:

- высокой радиотоксичностью изотопов плутония,
- $\alpha$  – активностью изотопов  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,
- $\beta$  – активностью изотопов  $^{241}\text{Pu}$  и  $^{242}\text{Am}$ ,
- рентгеновским излучением плутония,
- низкоэнергетическим  $\gamma$ -излучением  $^{241}\text{Am}$ ,
- нейтронной эмиссией изотопов  $^{240}\text{Pu}$ ,  $^{242}\text{Pu}$ ,
- ядерной опасностью изотопов  $^{235}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Pu}$ .

Поведение в организме смешанного уран-плутониевого нитридного (СНУП) топлива соединения не изучено. Есть основания полагать, что кинетика обмена его будет определяться ураном, как естественным веществом, обладающим присущими ему физико-химическими свойствами, тогда как плутоний является радионуклидом – продуктом ядерного деления урана. Кроме того, в смешанном уран-плутониевом соединении, уран составляет большую долю, и этот

факт также определяет преимущественную роль в поведении смешанного соединения в организме человека.

При производстве смешанного топлива уран, может использоваться любой – природный, обедненный, обогащенный или полученный при повторном использовании ядерного топлива различной степени обогащения. При повторном использовании отработанного плутония изотопный состав его зависит от степени выгорания ядерных материалов и времени хранения. Поэтому, в зависимости от вида плутония, используемого в смешанном топливе, токсикологические характеристики его будут разными и опасность для персонала также различна и, следовательно, контроль доз внешнего и внутреннего облучения должно быть обязательным.

Одним из перспективных уран-плутониевых комплексов является нитридный комплекс – нитридное уран-плутониевое СНУП топливо, токсичность которого не изучена.

При этом отмечается, что потенциальное воздействие на персонал при производстве СНУП топлива обусловлено, в основном, плутонием, так как он более радиационно опасен по сравнению с ураном. Кроме того, при производстве СНУП топлива, возможно нерадиационное воздействие на персонал химических веществ, используемых и образующихся при производстве топлива.

Таким образом, появление нового производства, в условиях которого происходит контакт с неизученным до конца вредным фактором (нитрид урана и плутония, находящееся в виде наночастиц с увеличенной проникающей способностью в отношении биологических барьеров [3-5]), ставит новую задачу перед медицинской службой – оценить степень повреждающего биологического действия этого фактора и, соответственно, оценить достаточность требований действующего в настоящее время п. 4.1 Приказа Министерства здравоохранения РФ от 28.01.2021 №29н «Об утверждении Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, предусмотренных частью четвертой статьи 213 Трудового кодекса Российской Федерации, перечня медицинских противопоказаний к осуществлению работ с вредными и (или) опасными производственными факторами, а также работам, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры» для охраны здоровья работников предприятия СНУП топлива.

## **ВРЕМЕННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ МЕДИЦИНСКИХ ОСМОТРОВ РАБОТНИКОВ ПРОИЗВОДСТВА СНУП ТОПЛИВА**

---

### **1. Область применения**

1.1. «Временные методические рекомендации по проведению медицинских осмотров работников производства СНУП топлива» представляют дополнительный к установленному в п.4.1 Приказа Министерства здравоохранения РФ от 28.01.2021 №29н «Об утверждении Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, предусмотренных частью четвертой статьи 213 Трудового кодекса Российской Федерации, перечня медицинских противопоказаний к осуществлению работ с вредными и (или) опасными производственными факторами, а также работам, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры» объем инструментальных и лабораторных исследований, консультаций врачей-специалистов для проведения предварительных и периодических медицинских осмотров работников предприятий по производству СНУП топлива.

1.2. Методические рекомендации предназначены для врачей-профпатологов, проводящих предварительные и периодические медицинские осмотры работников предприятий, производства СНУП топлива.

### **2. Нормативные ссылки**

В настоящем документе использованы ссылки на следующие нормативно-правовые акты и нормативные документы:

- Трудовой кодекс Российской Федерации,
- Приказ Минздрава России от 28.01.2021 N 29н «Об утверждении Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, предусмотренных частью четвертой статьи 213 Трудового кодекса Российской Федерации, перечня медицинских противопоказаний к осуществлению работ с вредными и (или) опасными производственными факторами, а также работам, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры»;
- приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 30.12.2014 № 34-с «Об утверждении Порядка организации медицинской помощи населению ЗАТО, территорий с опасными для здоровья человека физическими, химическими и биологическими факторами, включенных в соответствующий перечень, работников организаций, включенных в перечень организаций отдельных отраслей промышленности с особо опасными условиями труда»;

- приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 28.07.2020 № 749н «Об утверждении требований к проведению медицинских осмотров и психофизиологических обследований работников объектов использования атомной энергии, порядка их проведения, перечня медицинских противопоказаний для выдачи разрешения на выполнение определенных видов деятельности в области использования атомной энергии и перечня должностей работников объектов использования атомной энергии, на которые распространяются данные противопоказания, а также формы медицинского заключения о наличии (отсутствии) медицинских противопоказаний для выдачи разрешения на выполнение определенных видов деятельности в области использования атомной энергии»;
- Приказ ФМБА России от 23 июня 2016 г. № 133 «О мерах по совершенствованию структуры службы профпатологии ФМБА России»;
- Приказ Минздрава России от 05.05.2016 № 282н «Об утверждении Порядка проведения экспертизы профессиональной пригодности и формы медицинского заключения о пригодности или непригодности к выполнению отдельных видов работ»;
- Постановление Правительства РФ от 15 декабря 2000 г. № 967 «Об утверждении Положения о расследовании и учете профессиональных заболеваний»;
- Приказ Минздрава России от 28 мая 2001 № 176 «О совершенствовании системы расследования и учета профессиональных заболеваний в Российской Федерации»;
- Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 27 апреля 2012 № 417н «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний»;
- «Методические указания по проведению медицинских осмотров и психофизиологических обследований работников объектов использования атомной энергии» Министерства здравоохранения Российской Федерации от 08.06.1999 № 32-023/20.
- Руководство Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 29 июля 2005);
- Сан Пин 2.6.1.2523-09 – Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009);
- ГОСТ 1.5-2001. Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению;
- Р ФМБА России 15.68 – 2017 Рекомендации. Разработка, изложение, представление на согласование и утверждение нормативных и методических документов ФМБА России.

**Примечание** – При пользовании настоящим документом целесообразно проверить действие ссылочных нормативных документов в информационной системе общего пользования на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно

издаваемому указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### **3. Термины, определения, сокращения**

В настоящем документе использованы следующие термины с соответствующими определениями: по требованиям ГОСТ 1.5

**СНУП топливо** – смешанное нитридное уран-плутониевое топливо

**Предварительный медицинский осмотр** – медицинский осмотр, проводимый при поступлении на работу в целях определения соответствия состояния здоровья работника поручаемой ему работе, а также при приеме на обучение (ст. 46 Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ);

**Периодический медицинский осмотр** – медицинский осмотр, проводимый с установленной периодичностью в целях динамического наблюдения за состоянием здоровья работников, своевременного выявления начальных форм профессиональных заболеваний, ранних признаков воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов рабочей среды, трудового процесса на состояние здоровья работников в целях формирования групп риска развития профессиональных заболеваний, выявления медицинских противопоказаний к осуществлению отдельных видов работ (ст. 46 Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ);

В настоящем документе использованы следующие аббревиатуры с соответствующими определениями:

**ОЯТ** – облученное ядерное топливо

**РХЗ** – радиохимический завод

**СОУТ** – специальная оценка условий труда

**ФМБА России** – Федеральное медико-биологическое агентство

**ХМЗ** – химико-металлургический завод

**4. Порядок проведения медицинских осмотров работников, подвергающихся облучению на рабочем месте в соответствии с Приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 29н «Об утверждении порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, предусмотренных частью четвертой статьи 213 Трудового кодекса Российской Федерации, перечня медицинских противопоказаний к осуществлению работ с вредными и (или) опасными производственными факторами, а также работам, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры»**

Проведение медицинских осмотров работников в целях выявления медицинских противопоказаний, которые учитываются при выдаче разрешения на выполнение определенных видов деятельности в области использования атомной

энергии, регламентируется Приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 29н «Об утверждении порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, предусмотренных частью четвертой статьи 213 Трудового кодекса Российской Федерации, перечня медицинских противопоказаний к осуществлению работ с вредными и (или) опасными производственными факторами, а также работам, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры».

Обследование работников вредных производств, к которым относится производство СНУП топлива, должно проводиться в рамках предварительных и периодических медицинских осмотров.

Выявление потенциально вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса для работников предприятия проводится в соответствии с процедурой СОУТ, во время которой производится их идентификация и оценка уровня воздействия этих факторов. В соответствии с требованиями ст. 212 Трудового кодекса РФ работодатель обязан организовывать проведение за счет собственных средств обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических (в течение трудовой деятельности) медицинских осмотров работников, внеочередных медицинских осмотров работников по их просьбам в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ними места работы (должности) и среднего заработка на время прохождения указанных медицинских осмотров, а также обеспечить недопущение работников к исполнению ими трудовых обязанностей без прохождения обязательных медицинских осмотров или в случае медицинских противопоказаний.

Предварительные и периодические медицинские осмотры должны проводиться медицинской организацией, имеющей лицензию на соответствующую деятельность.

Результаты предварительных и периодических медицинских осмотров в лечебно-профилактических учреждениях ФМБА России должны вноситься в медицинскую карту амбулаторного больного (учетная форма № 025/у-04, утвержденную приказом Минздравсоцразвития России от 22 ноября 2004 г. № 255) (зарегистрировано Минюстом России 14.12.2004 № 6188), в которой отражаются заключения врачей-специалистов, результаты лабораторных и инструментальных исследований, заключение по результатам предварительного или периодического медицинского осмотра. Медицинская карта хранится в установленном порядке в медицинской организации.

Предварительные осмотры проводятся при поступлении на работу на основании направления, выданного лицу, поступающему на работу, работодателем. По окончании его выдается заключение по результатам осмотра.

Результаты предварительных медицинских осмотров рассматриваются как исходное состояние здоровья работника. С этими данными проводится сравнение результатов обследований, получаемых при проведении периодических медицинских осмотров.

Включению в списки для проведения периодических медицинских осмотров подлежат работники, подвергающиеся воздействию вредных производственных факторов, указанных в Перечне, а также вредных производственных фак-

торов, наличие которых установлено по результатам аттестации рабочих мест по условиям труда, проведенной в установленном порядке. Информацию о наличии на рабочих местах вредных производственных факторов, помимо результатов аттестации рабочих мест по условиям труда, может быть получена в результате лабораторных исследований и испытаний, в рамках контрольно-надзорной деятельности, производственного лабораторного контроля, а также при использовании эксплуатационной, технологической и иной документации на машины, механизмы, оборудование, сырье и материалы, применяемые работодателем при осуществлении производственной деятельности.

Врачебная комиссия медицинской организации на основании указанных в поименном списке вредных производственных факторов или работ определяет необходимость участия в предварительных и периодических осмотрах соответствующих врачей-специалистов, а также виды и объемы необходимых лабораторных и функциональных исследований.

Обязательные периодические медицинские осмотры (обследования) проводятся в целях:

- 1) динамического наблюдения за состоянием здоровья работников, своевременного выявления заболеваний, начальных форм профессиональных заболеваний, ранних признаков воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов на состояние здоровья работников, формирования групп риска по развитию профессиональных заболеваний;
- 2) выявления заболеваний, состояний, являющихся медицинскими противопоказаниями для продолжения работы, связанной с воздействием вредных и (или) опасных производственных факторов, а также работ, при выполнении которых обязательно проведение предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников в целях охраны здоровья населения, предупреждения возникновения и распространения заболеваний;
- 3) своевременного проведения профилактических и реабилитационных мероприятий, направленных на сохранение здоровья и восстановление трудоспособности работников;
- 4) своевременного выявления и предупреждения возникновения и распространения инфекционных и паразитарных заболеваний;
- 5) предупреждения несчастных случаев на производстве.

Частота проведения периодических осмотров определяется типами вредных и (или) опасных производственных факторов, воздействующих на работника, или видами выполняемых работ.

Периодические осмотры проводятся не реже чем в сроки, регламентированные в Приказе Министерства здравоохранения Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 29н «Об утверждении Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, предусмотренных частью четвертой статьи 213 Трудового кодекса Российской Федерации, перечня медицинских противопоказаний к осуществлению работ с вредными и (или) опасными производственными факторами, а также работам, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры». В соответствии с пунктом 4.1 (работа в условиях воздействия

ионизирующего излучения) – 1 раз в год. Ионизирующее излучение согласно приказа Минздрава РФ №29н рассматривается как канцероген.

Периодический осмотр является завершенным в случае осмотра работника всеми врачами-специалистами, а также выполнения полного объема лабораторных и функциональных исследований, предусмотренных в приложении к Порядку проведения....

По окончании прохождения работником периодического осмотра медицинской организацией оформляется медицинское заключение.

При проведении предварительных и периодических осмотров согласно Приказу Министерства здравоохранения Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 29н всем обследуемым в обязательном порядке проводятся:

анкетирование в целях сбора анамнеза, выявления отягощенной наследственности, жалоб, симптомов, характерных для следующих неинфекционных заболеваний и состояний: стенокардии, перенесенной транзиторной ишемической атаки или острого нарушения мозгового кровообращения, хронической обструктивной болезни легких, заболеваний желудочно-кишечного тракта, дорсопатий; определения факторов риска и других патологических состояний и заболеваний, повышающих вероятность развития хронических неинфекционных заболеваний: курения, риска пагубного потребления алкоголя, риска потребления наркотических средств и психотропных веществ без назначения врача, характера питания, физической активности;

- расчет на основании антропометрии (измерение роста, массы тела, окружности талии) индекса массы тела, который проходят граждане в возрасте от 18 лет и старше;
- общий анализ крови (гемоглобин, цветной показатель, эритроциты, тромбоциты, лейкоциты, лейкоцитарная формула, СОЭ);
- клинический анализ мочи (удельный вес, белок, сахар, микроскопия осадка);
- электрокардиография в покое, которую проходят граждане в возрасте от 18 лет и старше;
- измерение артериального давления на периферических артериях, которое проходят граждане в возрасте от 18 лет и старше;
- определение уровня общего холестерина в крови (допускается использование экспресс-метода), которое проходят граждане в возрасте от 18 лет и старше;
- исследование уровня глюкозы в крови натощак (допускается использование экспресс-метода), которое проходят граждане в возрасте от 18 лет и старше;
- определение относительного сердечно-сосудистого риска у граждан в возрасте от 18 до 40 лет включительно. Сердечно-сосудистый риск определяется по шкале сердечно-сосудистого риска SCORE, при этом у граждан, имеющих сердечно-сосудистые заболевания атеросклеротического генеза, сахарный диабет второго типа и хроническое заболевание почек, уровень абсолютного сердечно-сосудистого риска по шкале риска SCORE не определяется и расценивается как очень высокий вне зависимости от показателей шкалы;
- определение абсолютного сердечно-сосудистого риска - у граждан в возрасте старше 40 лет;

- флюорография или рентгенография легких в двух проекциях (прямая и правая боковая) для граждан в возрасте 18 лет и старше. Флюорография, рентгенография легких не проводится, если гражданину в течение предшествующего календарного года проводилась флюорография, рентгенография (рентгеноскопия) или компьютерная томография органов грудной клетки;
- измерение внутриглазного давления при прохождении предварительного осмотра выполняется у граждан в возрасте с 40 лет и старше.
- осмотр врача-терапевта, врача-невролога, врача-психиатра и врача-нарколога;
- женщины - осмотр врачом - акушером-гинекологом с проведением бактериологического (на флору) и цитологического (на атипичные клетки) исследования, ультразвуковое исследование органов малого таза;
- женщины в возрасте старше 40 лет - маммографию обеих молочных желез в двух проекциях. Маммография не проводится, если в течение предшествующих 12 месяцев проводилась маммография или компьютерная томография молочных желез.

В соответствии с пунктом 4.1 Приложения к «Порядку проведения ...» Приказа № 29н работник, занятый на предприятии по производству СНУП топлива (работа в условиях воздействия ионизирующего излучения), должен быть осмотрен врачебной комиссией, в состав которой дополнительно введены офтальмолог, дерматовенеролог и оториноларинголог. Дополнительно к обязательному перечню исследований при каждом осмотре должны быть выполнены следующие лабораторные и функциональные исследования:

- общий развернутый анализ крови с подсчетом ретикулоцитов и тромбоцитов;
- психофизиологическое исследование;
- цифровая рентгенография грудной клетки в двух проекциях;
- биомикроскопия сред глаза;
- визометрия,
- офтальмоскопия глазного дна;
- УЗИ органов брюшной полости и щитовидной железы.

Приложение №2 к Приказу Министерства здравоохранения Российской Федерации от 28 января 2021 г № 29н также содержит Перечень медицинских противопоказаний к работам с вредными и (или) опасными производственными факторами, а также работам, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры.

В соответствии с Перечнем противопоказаниями для работы в контакте с ионизирующими излучениями, и радиоактивными веществами будут:

активный туберкулез органов дыхания; последствия хирургического лечения или выраженные остаточные изменения легких и плевры, сопровождающиеся дыхательной (легочной) недостаточностью II степени и более; при неэффективности лечения или отказе от него; активный прогрессирующий, генерализованный туберкулез с сочетанным поражением различных органов и систем, независимо от характера течения, давности и исхода, злокачественные новообразования всех органов и тканей, новообразования *in situ* (после лечения решение вопроса о профессиональной пригодности принимается врачебной комиссией с учетом заключения врача-онколога), доброкачественные

новообразования со значительным нарушением функции или склонные к росту, независимо от локализации, новообразования, препятствующие ношению спецодежды и туалету кожных покровов;

болезни крови, кроветворных органов тяжелой или средней степени, с прогрессирующим или рецидивирующим течением (после лечения решение вопроса о профессиональной пригодности принимается врачебной комиссией с учетом заключения врача-гематолога), анемии легкой степени (содержание гемоглобина в периферической крови 100-130 г/л у мужчин и 90-120 г/л у женщин), болезни эндокринной системы прогрессирующего течения с признаками поражения и выраженным нарушением функции других органов и систем (после лечения решение вопроса о профессиональной пригодности принимается врачебной комиссией с учетом заключения врача-эндокринолога), хронические и затяжные психические расстройства с тяжелыми стойкими или часто обостряющимися болезненными проявлениями, тяжелые формы воспалительных заболеваний центральной нервной системы, их последствий в виде выраженных функциональных нарушений, тяжелые формы системных атрофий, поражающих преимущественно центральную нервную систему, экстрапирамидные и другие двигательные нарушения, демиелинизирующие болезни центральной нервной системы в тяжелой форме, их последствия в виде выраженных функциональных нарушений, другие дегенеративные болезни центральной нервной системы в тяжелой форме, их последствия в виде выраженных функциональных нарушений, эпизодические и пароксизмальные расстройства нервной системы: прогрессирующие и с опасным прогнозом в виде любых пароксизмальных состояний, сопровождавшихся судорогами и/или прикусыванием языка и/или недержанием мочи (после лечения решение вопроса о профессиональной пригодности принимается врачебной комиссией с учетом заключения врача-невролога), поражения отдельных нервов, нервных корешков и сплетений в виде тяжелых или среднетяжелых форм заболеваний с прогрессирующим течением и/или с выраженным нарушением функции (после лечения решение вопроса о профессиональной пригодности принимается врачебной комиссией с учетом заключения врача-невролога), болезни нервно-мышечного синапса и мышц с прогрессирующим течением и/или с выраженным нарушением функции (решение вопроса о профессиональной пригодности принимается врачебной комиссией с учетом заключения врача-невролога), церебральный паралич и другие паралитические синдромы (решение вопроса о профессиональной пригодности принимается врачебной комиссией с учетом заключения врача-невролога), цереброваскулярные болезни и их последствия, энцефалопатия, другие поражения головного мозга с выраженным нарушением функции (после лечения решение вопроса о профессиональной пригодности принимается врачебной комиссией с учетом заключения врача-невролога), миелопатии, другие болезни спинного мозга с прогрессирующим течением и/или с выраженным нарушением функции (решение вопроса о профессиональной пригодности принимается врачебной комиссией с учетом заключения врача-невролога), глаукома декомпенсированная (внутриглазное давление свыше 27 мм рт ст), болезни зрительного нерва и зрительных путей с выраженным нарушением зрительных функций, заболевания и нарушения, приводящие к снижению остроты

зрения с коррекцией менее 0,5 на лучшем глазу, менее 0,2 – на худшем глазу, заболевания с выраженными нарушениями функции, осложненные хронической сердечной недостаточностью III-IV функционального класса по NYHA и/или жизнеугрожающими нарушениями ритма и проводимости сердца (после лечения вопрос о профессиональной пригодности принимается врачебной комиссией с учетом степени функциональных нарушений, наличия осложнений, заключения врача-кардиолога), болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением с выраженными нарушениями функции, осложненные хронической сердечной недостаточностью III - IV функционального класса по NYHA и/или жизнеугрожающими нарушениями ритма и проводимости сердца (после лечения решение вопроса о профессиональной пригодности принимается врачебной комиссией с учетом степени функциональных нарушений, наличия осложнений, заключения врача-кардиолога), ишемическая болезнь сердца с выраженными нарушениями функции, осложненные хронической сердечной недостаточностью III-IV функционального класса по NYHA и/или жизнеугрожающими нарушениями ритма и проводимости сердца (после лечения решение вопроса о профессиональной пригодности принимается врачебной комиссией с учетом степени функциональных нарушений, наличия осложнений, заключения врача кардиолога), аневризма и расслоение аорты, заболевания с выраженными нарушениями кровообращения и лимфооттока (III степени и выше), болезни нижних дыхательных путей, болезни легкого, вызванные внешними агентами, другие болезни легкого, плевры, диафрагмы заболевания с дыхательной недостаточностью III степени, болезни пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки с выраженным нарушением функции, неинфекционные энтериты, колиты, другие болезни кишечника с выраженным нарушением функции, осложненные формы геморроя с обострениями, при неэффективности лечения или отказе от него (решение вопроса о профессиональной пригодности принимается врачебной комиссией с учетом заключения врача-проктолога), болезни печени, желчного пузыря, желчевыводящих путей, поджелудочной железы заболевания с выраженным нарушением функции, при неэффективности лечения или отказе от него, тяжелые формы хронических болезней кожи и подкожной клетчатки, радиационный дерматит лучевой, артропатии, системные поражения соединительной ткани с выраженным нарушением функции органов и систем, болезни мочеполовой системы с хронической почечной недостаточностью II степени и выше, требующие экстракорпоральной детоксикации; со значительным нарушением функций, беременность и период лактации, привычное невынашивание, аномалии плода в анамнезе у женщин детородного возраста, аномалии, деформации, хромосомные нарушения с выраженным нарушением функции органов и систем, лучевая болезнь, последствия травм, отравлений, других воздействий внешних причин с выраженным нарушением функции органов и систем.

Перечень действующих вредных факторов производственной среды, объем обязательного медицинского обследования и перечень противопоказаний для работ в условиях производственного облучения являются обязательными для проведения оценки состояния здоровья работников.

## **5. Основная характеристика биологического действия радиационных факторов, влияющих на работников производства СНУП топлива**

Критическими органами и системами для действия внешнего ионизирующего излучения являются кроветворения, ростковый слой хрусталика глаза, базальный слой кожи, щитовидная железа, слизистая оболочка кишечника. Основные клинические проявления лучевого поражения развиваются в этих органах и системах органов.

Что касается поражения радионуклидами, то токсикологические характеристики урана и плутония наряду с общими чертами имеют ряд различий в проявлении биологического действия, обусловленные их физико-химическими свойствами:

- Токсичность урана и плутония и их соединений во многом определяется способом поступления, растворимостью, величиной аэрозольных частиц. «Наиболее опасным» является ингаляционный путь легкорастворимых мелкодисперсных частиц.
- Для ингаляционного поступления критическими органами по накоплению уран-плутониевых соединений являются легкие, печень, почки, скелет и лимфатические узлы.
- Особенностью биологического действия плутония является его склерозогенный эффект, действие которого обусловлено прямым воздействием  $\alpha$ -излучения на паренхиматозные клетки сосудов и соединительную ткань. Этот процесс ведет к понижению функциональных возможностей соответствующих органов.
- Особенностью биологического действия урана является преобладающее действие в начальные сроки после интоксикации химической токсичности, а в отдаленные – радиационного фактора.
- Хроническая урановая интоксикация характеризуется полиморфным действием на организм. Полиморфизм поражения ураном обусловлен тем, что воздействие на организм происходит в комплексе с продуктами распада.
- Уран вызывает не только функциональные, но и органические повреждения как в результате непосредственного действия (химического), так и опосредованно – через ЦНС и железы внутренней секреции.
- Одним из проявлений различий в механизме биологических эффектов токсичности урана и плутония является характер воздействия на структуру костной ткани. Уран, накапливаясь в костной ткани, внедряется в кристаллическую структуру кости, замещая кальций, ослабляет её плотность и приводит к разрушению костной ткани.

Плутоний, в основном, накапливается на эндостальной поверхности в периосте, облучая красный костный мозг, что является причиной развития опухолей скелета.

## **6. Состояние здоровья работников экспериментального производства СНУП топлива**

Проведен анализ заболеваемости 50 работников экспериментального производства СНУП топлива, проработавших на предприятии 6 и более лет.

Общая заболеваемость в 2014-2018 гг. составляла  $1064,5 \pm 65,5$  на 1000 человек, и соответствовала уровню заболеваемости работников ХМЗ и РХЗ СХК –  $1045,0 \pm 63,8$  и  $1066,3 \pm 70,3$  соответственно.

В структуре общей заболеваемости работников экспериментального производства СНУП топлива превышающие оценки заболеваемости, по сравнению с оценками на предприятиях ХМЗ и РХЗ СХК, имеют 6 классов болезней: эндокринной системы –  $56,5 \pm 14,7$ ,  $28,2 \pm 4,0$  и  $25,9 \pm 3,7$  на 1000 человек соответственно, глаза –  $161,3 \pm 23,4$ ,  $49,5 \pm 4,0$  и  $54,5 \pm 4,2$  на 1000 человек, системы кровообращения –  $96,8 \pm 18,8$ ,  $29,4 \pm 6,8$  и  $26,5 \pm 4,2$  на 1000 человек, органов пищеварения –  $44,4 \pm 13,1$ ,  $26,3 \pm 5,9$  и  $34,2 \pm 4,8$  на 1000 человек, костно-мышечной системы –  $129,0 \pm 21,3$ ,  $112,1 \pm 13,6$  и  $99,7 \pm 8,6$  на 1000 человек и мочеполовой системы –  $64,5 \pm 15,6$ ,  $45,7 \pm 7,4$  и  $40,7 \pm 3,8$  на 1000 человек.

В структуре хронической заболеваемости работников производства СНУП топлива выше, чем у работников ХМЗ и РХЗ АО «СХК» заболеваемость костно-мышечной системы –  $100,8 \pm 19,1$  на 1000 человек и  $54,2 \pm 5,8$  на 1000 человек, составляющие 56,8% и 25,6% всей хронической заболеваемости соответственно.

Высокая заболеваемость костно-мышечной системы, преимущественно, костной ткани, возможно является следствием развития радиационного уранового остеопороза.

Широкий спектр классов болезней с превышающей частотой заболеваемости и наличие в моче работников плутония-239 и америция-241, реальные дозы внешнего  $\gamma$ -нейтронного облучения  $2,5 \pm 0,4$  мЗв/год, в том числе облучения хрусталика глаза –  $2,3 \pm 0,5$  мЗв/год, гонад –  $3,4$  мЗв/год, кожи лица –  $2,7 \pm 0,6$  мЗв/год и кожи запястий рук –  $190,0 \pm 50,0$  мЗв/год (при прогнозируемой эффективной дозе  $4,5$  мЗв/год), хотя и не превышающие допустимые пределы доз согласно НРБ-99/2009, свидетельствуют о не вполне благополучной радиационно-гигиенической ситуации на производстве СНУП топлива.

В проведенном исследовании впервые для оценки влияния на здоровье работников высокотехнологического ядерного производства, использован метод оценки общей заболеваемости, как ранний показатель эффекта облучения – снижение общей резистентности – физиологического состояния, а для количественной оценки заболеваемости – метод оценки относительного риска влияния негативных факторов производства на заболеваемость, где ведущим фактором вредности является радиационный.

Оценка относительного риска заболеваемости работников экспериментального производства СНУП топлива в сравнительном аспекте с риском заболеваемости работников ХМЗ и РХЗ СХК, работающих в контакте с плутонием в условиях соблюдения мер радиационной безопасности в плане контроля индивидуальных доз облучения и соблюдения нормативных гигиенических

параметров в производственных помещениях, выявила более высокий относительный риск влияния факторов производства на общую заболеваемость работников СНУП топлива, чем производства ХМЗ –  $RR_{\text{снуп/хмз}} = 1,28$  и более низкий риск влияния на производстве РХЗ –  $RR_{\text{снуп/рхз}} = 0,84$ . Вместе с тем показано, что относительный риск влияния радиационного фактора на заболеваемость работников на производстве СНУП топлива выше, чем на ХМЗ –  $RR_{\text{снуп/хмз}} = 1,62$  и на РХЗ –  $RR_{\text{снуп/рхз}} = 1,50$ . В общей оценке относительного риска заболеваемости радиационно обусловленный риск на производстве СНУП топлива составлял 59,3%, на ХМЗ СХК – 46,8% и на РХЗ СХК – 39,3%.

В структуре общей заболеваемости работников производства СНУП топлива высокий относительный риск, по сравнению с риском заболеваемости работников производств ХМЗ и РХЗ имеют пять классов болезней: системы кровообращения –  $RR_{\text{снуп/хмз}} = 3,23$  и  $RR_{\text{снуп/рхз}} = 3,66$ , глаза –  $RR_{\text{снуп/хмз}} = 3,20$  и  $RR_{\text{снуп/рхз}} = 2,97$ , системы пищеварения –  $RR_{\text{снуп/хмз}} = 1,65$  и  $RR_{\text{снуп/рхз}} = 1,30$ , мочеполовой системы –  $RR_{\text{снуп/хмз}} = 1,39$  и  $RR_{\text{снуп/рхз}} = 1,59$ , костно-мышечной системы –  $RR_{\text{снуп/хмз}} = 1,13$  и  $RR_{\text{снуп/рхз}} = 1,30$  с суммарным коэффициентом относительного риска –  $RR_{\text{снуп/хмз}} = 10,6$  и  $RR_{\text{снуп/рхз}} = 10,82$ , составляя 58,3% и 60,6% общего риска.

Сделанные оценки риска включают ряд неопределенностей связанных с оценкой величины радиационной опасности СНУП топлива, и с оценкой его влияния на здоровье работников, которые могут изменить оценки риска в ту или другую сторону, поскольку неясным остаются формы клеточных механизмов развития радиационных неоплазий заболеваний.

Высокая частота общей заболеваемости, широкий спектр классов болезней с повышенной заболеваемостью у работников производства СНУП топлива, свидетельствующая о снижении общей резистентности организма, и более высокий радиационный риск влияния на заболеваемость в общей оценке риска негативных факторов производства, чем на АО «СХК» – 59,3%, 46,8% и 39,3% соответственно, может расцениваться как формирование ранней профессионально обусловленной патологии (заболеваемости) у работников производства СНУП топлива.

Кроме того, был проведен анализ результатов периодических медицинских осмотров 74-х (54 со стажем работы 6 лет и 20 – более 6 лет) работников экспериментального производства СНУП топлива. За период работы в 2015 – 2020 гг. у 3-х человек из 74 (4,1%) были выявлены лёгкие и умеренные цитопенические состояния (лейко-лимфо-гранулоцитопения и анемия), в том числе у 2-х работников из 20-ти (10,0%) в группе со стажем 7-14 лет, и у 1 работника из 54 (1,85%) со стажем 6 лет. Эти изменения могут быть следствием хронического облучения на рабочем месте, если не будет выявлена связь их с другими заболеваниями при углублённом обследовании в стационаре.

Протеинурия, характерная для поражения почек при урановой интоксикации, в группе стажированных работников производства СНУП топлива не выявлена. У 3-х работников со стажем работы на экспериментальном производстве 6 лет выявлена одно-двукратная диагностически значимая протеинурия, сочетающаяся с заболеванием суставов.

## **7. Рекомендации по дополнительному медицинскому обследованию персонала, работающего на производстве СНУП топлива**

На основании выполненного анализа данных периодических медицинских осмотров работников экспериментального производства АО «СХК» и литературных данных о токсикологии урана и радионуклидов трансуранового ряда могут быть предварительно рекомендованы некоторые меры по охране здоровья персонала производства СНУП топлива дополнительно к перечисленным для работников, контактирующих с источниками ионизирующего излучения в приказе Министерства здравоохранения №29н «Об утверждении порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, предусмотренных частью четвертой статьи 213 Трудового кодекса Российской Федерации, перечня медицинских противопоказаний к осуществлению работ с вредными и (или) опасными производственными факторами, а также работам, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры». Сформулированные дополнительные рекомендации направлены на уточнение состояния органов и систем органов, критических для действия вредных производственных факторов при работе с уран-плутониевыми нитридными соединениями. С этой целью при проведении ежегодных профосмотров рекомендуется добавить дополнительные диагностические процедуры.

В отличие от ранее действовавшего Приказа Минздравсоцразвития от 12 апреля 2011 г. №302н, регламентировавшего проведение предварительных и периодических медицинских осмотров, в ныне действующем Приказе №29н среди противопоказаний к работе в условиях воздействия радиационного фактора отсутствуют:

- содержание лейкоцитов менее  $4,0 \times 10^9/\text{л}$  (D72.9),
- содержание тромбоцитов менее  $180,0 \times 10^9/\text{л}$  (D69.6);
- катаракта радиационная (H28.8).

Учитывая, что снижение концентрации лейкоцитов и тромбоцитов в периферической крови является основным признаком радиационного поражения костного мозга при хроническом и остром лучевом воздействии, выявление лейкопении и тромбоцитопении у работников, подвергающихся облучению в условиях производства, должно рассматриваться как повод для временного вывода из контакта с источниками ионизирующего излучения и углубленного обследования с целью установления причины цитопении.

Таким образом, дополнительно к требованиям п.4.1 приказа Министерства здравоохранения №29н, при предварительных и периодических медицинских осмотрах работников, занятых на производстве СНУП топлива, необходимо проводить следующие диагностические мероприятия:

*Для оценки возможного радиотоксического действия на систему кроветворения:*

- при выявлении содержания лейкоцитов менее  $4,0 \times 10^9/\text{л}$ ; тромбоцитов менее  $180,0 \times 10^9/\text{л}$  – углубленное обследование (консультация гематолога; по показаниям – исследование

*Для оценки состояния хрусталика:*

- консультация офтальмолога;
- биомикроскопия;

при подозрении на лучевую катаракту – обследование в Центре профессиональной патологии, решение вопроса о возможности продолжения работы в условиях облучения;

*Для оценки состояния щитовидной железы:*

- Т<sub>3</sub>, Т<sub>4</sub>, ТТГ
- УЗИ щитовидной железы
- консультация эндокринолога (по показаниям)

*Для оценки состояния почек:*

- анализ мочи по Нечипоренко;
- определение креатинина, скорости клубочковой фильтрации;
- УЗИ почек;
- при наличии показаний – проведение биопсии почки.

*Для оценки состояния желудка и двенадцатиперстной кишки:*

- осмотр слизистой оболочки при ЭГДС
- биопсия слизистой желудка по OLGA (при наличии показаний)
- тест на наличие инфекции *Helicobacter pylori*

*Для оценки состояния тонкого и толстого кишечника:*

- анализ на фекальный кальпротектин
- анализ кала на скрытую кровь

*Для оценки состояния печени:*

- исследование печеночных ферментов (АСТ, АЛТ, ГГТ, ЩФ);
- общего и прямого билирубина;
- альбумина;
- общего белка и белковых фракций;
- фибриногена, протромбинового времени;
- маркеров вирусов гепатитов;
- УЗИ печени и селезенки;
- осмотр вен пищевода при ЭГДС (при наличии показаний);
- выявление геморроидальных узлов при ректороманоскопии (при наличии показаний);
- при наличии показаний – биопсия печени.

*В связи с депонированием урана и трансураниевых радионуклидов в скелете:*

- содержание общего кальция крови
- содержание кальция ионизированного
- содержание витамина Д
- сстеоденситометрия – контроль состояния минеральной плотности костной ткани – 1 раз в 2 года.

## **Заключение**

Выявленный повышенный относительный риск влияния производства СНУП топлива на заболеваемость работников свидетельствует о росте не только общей, но и профессионально обусловленной заболеваемости разной этиологии, что повышает роль и значение проводимых предварительных и периодических осмотров и требует более строгого контроля за принятием решения о допуске работника к работе с имеющимися противопоказаниями.

Учитывая небольшую численность группы работников СНУП производства, на которых были предоставлены данные для оценки заболеваемости, относительно высокую заболеваемость, с которой они пришли в экспериментальное производство с заводов СХК и относительно небольшой стаж работы (от 1 до 12 лет) на производстве СНУП топлива, наблюдение в дальнейшем должно быть продолжено с учетом выявленных изменений и выполнения настоящих рекомендаций.

## **Библиография**

1. Адамов Е.О., Забудько Л.М., Матвеев В.И., Рачков В.И., Троянов В.М., Хомяков Ю.С., Леонов В.Н. Сравнительный анализ преимуществ и недостатков использования металлического и нитридного смешанного уран-плутониевого топлива в быстрых реакторах ж. Известия Академии Наук, Энергетика, 2015, № 2, с 3-15
2. Адамов Е.О., Власкин Г.Н., Лопаткин А.В., Рачков В.И., Хомяков Ю.С. Радиационно-эквивалентное обращение радиоактивных нуклидов в ЯТЦ – эффективная альтернатива отложенному решению проблемы накопления ОЯТ ж. Известия Академии Наук, Энергетика, 2015, № 6, с 15-25
3. Батова З.Г., Кочетков О.А., Монастырская С.Г., Саяпин Н.П., Симаков А.В., Степанов С.В., Исаев О.В. Гигиена труда в атомной промышленности и энергии. Радиационная медицина под общей редакцией академика РАМН Л.А. Ильина. М.: ИздАТ. 2002, т III, С. 230-234.
4. Цовьянов А.Г., Карев А.Е., Шинкарёв С.М., Коренков И.П., Самойлов А.С., Стебельков В.А., Жуков А.В., Изместьев К.М., Терентьев С.Г. Дисперсность, морфология и элементарный состав аэрозольных частиц на производстве смешанного нитридного уран-плутониевого топлива. М., Медицинская радиология, 2020, № 3, С. 59-65.
5. Карев А.Е., Цовьянов А.Г., Кухта Г.А., Шинкарёв С.М., Радиационно-гигиеническая оценка факторов внутреннего облучения персонала, работающего на экспериментальных установках при производстве СНУП топлива
6. Галибин Г.П., Новиков Ю.В. Токсикология промышленных соединений урана под редакцией профессора Ю.И. Москалева Москва. Атомиздат 1976 г. 184 с.
7. Радиобиология инкорпорированных радионуклидов под общей редакцией д.м.н. В.С. Калистратовой Москва, изд. ГНЦ Медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна БК-28.07.2012. — 462 с.
8. В.Ф. Журавлев. Токсикология радиоактивных веществ. Москва. Энергоатомиздат. 1990. — 336 с.
9. Уран и бериллий. Проблемы выведения из организма под редакцией проф. В.С. Балабуха. Москва, Атомиздат 1969. — 367 с.
10. Публикация МКРЗ №31., Биологические эффекты инкорпорированных радионуклидов 1984 г.. — 132 с.

11. Булдаков Л.А. Проблемы токсикологии плутония. Атомиздат. 1969 г. 367 с.
12. Плутоний. Радиационная безопасность. Под редакцией академика РАМН Л.А. Ильина ИздАТ 2005. — 415 с.
13. Техногенное облучение и безопасность человека. Под общей редакцией академика РАМН Л.А. Ильина Москва ИздАТ 2006. — 303 с.
14. Рекомендации МКРЗ 1990 г. Публикация 60 МКРЗ, ч. 1. Пределы годового поступления радионуклидов в организм работающих, основанные на рекомендациях МКРЗ 1990 г. Публикация 61 МКРЗ. Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1994.
15. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). Санитарные правила и нормативы СанПин 2.6.1.2523-09 <https://files.stroyinf.ru/Data1/56/56325/>[обращение 02.04.2020]
16. Радиационная медицина т. 3, Радиационная гигиена, Гигиена труда в атомной промышленности и энергетики. М.: ИздАТ, Государственный научный центр Институт биофизики, 2002. — 608 с
17. Приказ Министерством здравоохранения Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 29н «Об утверждении порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, предусмотренных частью четвертой статьи 213 Трудового кодекса Российской Федерации, перечня медицинских противопоказаний к осуществлению работ с вредными и (или) опасными производственными факторами, а также работам, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры» <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=382649> [обращение 10.02.2022].
18. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). Санитарные правила и нормативы СанПин 2.6.1.2523-09 <https://files.stroyinf.ru/Data1/56/56325/>[обращение 02.04.2020]
19. Самойлов А.С., Ильин Л.А., Шандала Н.К., Бушманов А.Ю., Шинкарёв С.М., Ганцовский П.П., Карев А.Е., Кухта Г.А., Симаков А.В, Клочков В.Н., Коренков И.П., Иванов В.К., Чекин С.Ю., Меняйло А.Н., Туманов В.М. Оценка доз облучения и прогноз радиационных рисков персонала работающего на комплексных экспериментальных установках АО «СХК» на производстве смешанного нитридного уран-плутониевого топлива, М., Медицинская радиология и Радиационная безопасность, 2020, № , С
20. Руководство по организации медицинского обслуживания лиц, подвергшихся действию ионизирующего излучения М. Энергоатомиздат. 1985. — 181 с.
21. Руководство для врачей-исследователей и организаторов здравоохранения // Радиационная медицина / Под ред. академика Л.А. Ильина. – М.: ИздАТ, 2001. – Т.2.. — 419с.

Формат 60x90/16, объём 1,5 усл. печ. л.  
Бумага 80 г/м<sup>2</sup> офсетная.  
Гарнитура Times New Roman.  
Тираж 50 экз. Заказ № Л191.

Отпечатано в типографии  
ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России.  
123098 Москва, ул. Живописная, 46.  
Тел.: (499) 190-93-90, 190-94-09.  
rcdm@mail.ru, lochin59@mail.ru  
[www.fmbafmbc.ru](http://www.fmbafmbc.ru)