

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Е.И. Почакаева**  
**Т.В. Попова**

# **КАНЦЕРОГЕНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

*Учебное пособие*

Ростов-на-Дону – Таганрог  
Издательство Южного федерального университета  
2023

УДК 502/504:614(075.8)

ББК 20.1+54.194 я73

П65

### Рецензенты:

д.б.н., профессор Академии физической культуры и спорта  
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» *А.В. Лысенко*;

д.м.н., профессор, главный научный сотрудник акушерско-  
гинекологического отдела НИИ АП ФГБОУ ВО «РостГМУ»

Минздрава России *Т.Л. Ботаешева*

П65 Канцерогены окружающей среды : учебное пособие / Е.И. Почекаева,  
Т.В. Попова ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ;  
Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2023. –  
115 с.

ISBN 978-5-9275-4396-0

Учебное пособие содержит сведения о классификации канцерогенных факторов, о влиянии их на здоровье населения и работников промышленных предприятий, организаций и учреждений. Представлены современные теоретические положения гигиенического нормирования параметров канцерогенных факторов, сведения о мерах по минимизации воздействия факторов на человека. Большое внимание уделено государственному регулированию деятельности в сфере защиты населения и работников от воздействия канцерогенных факторов.

Предназначено для студентов высших учебных заведений, изучающих дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», «Охрана труда на производстве и в учебном процессе», «Опасности природного и техногенного характера и защита от них», «Безопасность в семье, быту, на отдыхе и в общественном транспорте», «Спортивная медицина и гигиена физической культуры и спорта», а также менеджеров, специалистов служб охраны труда, педагогов и специалистов по безопасности жизнедеятельности и охране труда. Пособие соответствует требованиям ФГОС высшего образования к данным дисциплинам при реализации основных образовательных программ высшего образования.

Публикуется в авторской редакции.

ISBN 978-5-9275-4396-0

УДК 502/504:614(075.8)

ББК 20.1+54.194 я73

© Южный федеральный университет, 2023

© Почекаева Е.И., Попова Т.В., 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Предисловие.....</b>	<b>5</b>
<b>Список сокращений.....</b>	<b>7</b>
<b>Глава I. Классификация канцерогенов. Характеристика канцерогенных факторов.....</b>	<b>8</b>
1.1. Классификация канцерогенных факторов.....	8
1.2. Природные канцерогены.....	10
1.3. Канцерогены пищевых продуктов.....	11
1.4. Канцерогенность пестицидов.....	23
1.5. Канцерогены воды.....	26
1.6. Канцерогены табачного дыма.....	27
1.7. Канцерогены товаров для детей и подростков.....	29
1.8. Канцерогены лекарственных препаратов.....	33
1.9. Канцерогены жилых помещений.....	34
1.10. Канцерогены офисных помещений.....	35
1.11. Канцерогены выбросов автотранспорта.....	37
1.12. Канцерогены наноматериалов.....	38
1.13. Канцерогены промышленных предприятий.....	40
<i>Вопросы для самопроверки.....</i>	<i>42</i>
<b>Глава II. Воздействие канцерогенных факторов на здоровье населения.....</b>	<b>48</b>
2.1. Злокачественное перерождение клеток организма.....	48
2.2. Воздействие канцерогенных факторов физической природы.....	50
2.2.1. Воздействие ионизирующих излучений на организм человека.....	50
2.2.2. Воздействие ультрафиолетовых излучений на организм человека.....	53
2.2.3. Воздействие электромагнитных излучений на организм человека.....	55
2.3. Воздействие канцерогенных факторов химической природы.....	58
2.4. Воздействие канцерогенных факторов биологической природы.....	61
2.5. Онкогенетика.....	65

2.6. Проблемы экспертизы профессионального канцерогенного риска.....67

2.7. Определение статуса пострадавшего от радиационного воздействия.....69

*Вопросы для самопроверки*..... 70

**Глава III. Чрезвычайные ситуации на канцерогеноопасных объектах ..75**

3.1. Источники чрезвычайных ситуаций техногенного характера.....75

3.2. Чрезвычайные ситуации на радиационно опасных объектах .....75

3.2.1. Кыштымская радиационная авария.....77

3.2.2. Чернобыльская авария.....78

3.2.3. Другие радиационные аварии .....79

3.3. Чрезвычайные ситуации на химически опасных объектах .....80

3.4. Чрезвычайные ситуации на биологически опасных объектах .....81

*Вопросы для самопроверки*..... 82

**Глава IV. Обеспечение канцерогенной безопасности в Российской Федерации.....85**

4.1. Законодательные акты в сфере охраны окружающей среды.....85

4.2. Законодательство в сфере охраны труда. Оценка профессиональных рисков.....88

4.3. Санитарные законодательные и нормативные акты.....91

*Вопросы для самопроверки*..... 95

**V. Литература.....98**

**VI. Приложение.....109**

## Предисловие

Канцерогены окружают нас повсюду: на работе, дома, в образовательном учреждении в транспорте. Они присутствуют в пище, воде, лекарствах, табачном дыме, на предприятиях, в отходах производства. Особую роль играют производственные канцерогены в возникновении профессиональных заболеваний.

Распространенность злокачественных новообразований и высокая смертность от них является глобальной проблемой современности. По данным Всемирной организации здравоохранения каждый год в мире регистрируются более десяти миллионов; в России - более 600 тыс. новых случаев злокачественных новообразований.

Кумулятивный риск заболеть раком в России составляет 23%, то есть у более, чем каждого пятого жителя России может появиться злокачественная опухоль. Чаще всего выявляются: рак легкого, колоректальный рак, рак мочевого пузыря, почки, поджелудочной железы и меланома. В настоящее время полностью излечиваются от рака порядка 30% заболевших.

Злокачественные новообразования приводят к огромным экономическим потерям. Так, например, на один год жизни одной больной с распространенным раком молочной железы затраты при лечении современными противоопухолевыми лекарствами составляют 100-200 тысяч долларов США [69].

По данным экспертов Международного Агентства Изучения Рака (МАИР) известно, что прекращение контакта человека с канцерогенами может привести к снижению заболеваемости людей злокачественными опухолями основных локализаций на 70 % [21].

Развивалась теория канцерогенеза, проходя множество этапов. Теорий развития рака существовало несколько сотен. Самые известные из них это такие теории, как: гормонально-метаболические, иммунологические, канцерогенные и вирусные. Важной вехой в развитии современной теории

канцерогенеза принято считать семидесятые годы прошлого века, когда произошло изучение молекулярных основ вирусного канцерогенеза.

Значительный вклад в изучение канцерогенеза внесла разработка метода гибридизации нуклеиновых кислот. Было обнаружено, что все вирусные онкогены гомологичны генам человека. Они необходимы организму человека, так как отвечают за ряд процессов клетки: пролиферацию, дифференцировку, контроль клеточного цикла.

Немецкий ученый Карл Генрих Бауэр впервые сформулировал мутационную теорию образования опухолей. Он считал, что передается по наследству, при определенных условиях, склонность тканей образовывать опухоль, а не опухоль. Хромосомная теория Бовери – Саттона стала еще одной важной вехой на пути формирования современной теории рака. Современную теорию канцерогенеза помогло сформулировать открытие антионкогенов.

В настоящее время ученые считают, чтобы трансформировать клеточный клон надо, чтобы произошло не менее 5-9 мутаций в разных онкогенах и антионкогенах. Мутационные процессы в клетке проходят очень медленно, поэтому возникновение этих процессов в клетке невозможно в естественных условиях. Невероятное событие может произойти только при ускорении мутагенеза, то есть геномной нестабильности. Таким образом, современная теория канцерогенеза характеризуется: активирующими мутациями в онкогенах; инактивирующими мутациями в антионкогенах; геномной нестабильностью.

В настоящее время наука накопила много знаний о канцерогенах, их источниках, путях их образования в окружающей среде, о механизмах воздействия, о мерах минимизации воздействия канцерогенных факторов на организм человека. Поэтому возникла необходимость проанализировать, систематизировать и обобщить все эти знания. Данное учебное пособие посвящено изучению проблем влияния канцерогенных факторов на здоровье населения и профилактике онкозаболеваний.

## **Список сокращений**

АЭС – атомная электростанция  
БОО – биологически опасные объекты  
БП- бензо(а)пирен  
БС - базовые станции  
ВОЗ - Всемирная организация здравоохранения  
ВПГ - вирус простого герпеса  
ВПЧ - вирус папилломы человека  
ДНК - дезоксирибонуклеиновая кислота  
ЗНО - злокачественное новообразование  
ИДК – индивидуальный дозиметрический контроль  
ИИ – ионизирующие излучения  
ИМТ - индекс массы тела  
КР - канцерогенный риск  
МАИР - Международное агентство по изучению рака  
МЛП - местные лучевые поражения  
МТ – мобильный телефон  
НМ - наноматериалы  
ОГС – острый гепатит С  
ОЛБ - острая лучевая болезнь  
ООН Организация Объединённых Наций  
ОС - окружающая среды  
ПАВ – поверхностно-активное вещество  
ПАУ - полициклические ароматические углеводороды  
ПДК - предельно допустимая концентрация  
ПДУ - предельно допустимый уровень  
ПЛР - первичная лучевая реакция  
ПХДД - полихлорированные дибензодиоксины  
ППЭ - плотность поглощенной энергии  
СС - сотовая связь  
СТ - сотовый телефон  
СУЗ - система управления и защиты ядерного реактора  
СУОТ - система управления охраной труда  
ТКО – твердые коммунальные отходы  
ТЭС - тепловая электростанция  
УФ- излучение - ультрафиолетовое излучение  
УФИ – ультрафиолетовый индекс  
ХГВ - хронический гепатит В  
ХГС – хронический гепатит С  
ЩЖ – щитовидная железа  
ЭМИ электромагнитное излучение  
ЭМП – электромагнитное поле

# Глава I. Классификация канцерогенов. Характеристика канцерогенных факторов

## 1.1. Классификация канцерогенных факторов

**Канцерогенные факторы** - факторы, повышающие вероятность возникновения злокачественных опухолей при воздействии на организм человека или животного. Они могут быть химическими, физическими или биологическими. Существует большое количество различных классификаций канцерогенных факторов. Все канцерогены делят на две большие группы: природные и антропогенные, то есть порожденные человеком [21].

**Кроме этого, классифицируют канцерогены следующим образом:**

### **1. По источнику образования:**

Эндогенные канцерогены образуются в организме человека, а экзогенные поступают в организм из окружающей среды. Примеры эндогенных канцерогенов: желчные кислоты, эстрогены, продукты нарушенного обмена триптофана и тирозина и др. [72].

### **2. Происхождение канцерогенов может быть:**

*а) химическое* (диоксины, металлы, полициклические ароматические углеводороды и их производные; нитрозосоединения; ароматические амины и амиды; волокнистые и неволокнистые силикаты и др.);

*б) физическое* (ионизирующее и неионизирующие излучения; ультрафиолетовое излучение; механические травмы тканей);

*в) биологическое* (вирусы гепатита С и В; папилломавирусы; вирус Эпштейна–Барр; *Helicobacter pylori* и др.).

### **3. По взаимодействию с ДНК клетки:**

*а) генотоксические канцерогены* - канцерогены, способные вызывать мутации в геноме клетки и изменять качественно или количественно его генную активность;

*б) негенотоксические (эпигеномные) канцерогены* - канцерогены, не способные трансформировать клетки, а их канцерогенная активность, видимо,

связана с созданием условий для преимущественного роста ранее трансформированных клеток.

#### **4. По характеру действия:**

а) местного действия - вызывают рост опухоли в местах воздействия канцерогенных факторов;

б) органотропные (селективного действия) - поражают преимущественно определенные органы;

в) множественного действия - способны поражать различные органы [42].

#### **5. По оказанию канцерогенного эффекта:**

Канцерогены делятся на:

- истинные или полные канцерогены (злокачественные опухоли образуются при прямом воздействии);

- коканцерогены (злокачественные новообразования возникают при взаимодействии с другими химическими соединениями, которые усиливают канцерогенный эффект данных веществ; коканцерогены не оказывают существенный канцерогенный эффект);

- пре- или проканцерогены (канцерогенные свойства появляются после метаболических превращений в организме) [72].

Классификации канцерогенов являются условными. Так ПАУ являются не только продуктами вулканической и геохимической активности, но и производятся в широких масштабах современной промышленностью. Асбест можно отнести и к химическим, и к физическим агентам; афлотоксины можно отнести и к биологическим, и к химическим факторам. Оценка канцерогенности факторов может меняться по мере дальнейшего накопления знаний о них [21].

Наиболее удобная классификация – это классификация международного агентства по изучению рака (МАИР).

По данной **классификации МАИР** все канцерогенные факторы делятся на 4 группы:

1) группа 1 - несомненно канцерогенные факторы для человека;

2) группа 2 - вероятно канцерогенные для человека факторы. Группа 2 подразделяется на две подгруппы:

- подгруппа 2А - весьма вероятные канцерогены для человека, то есть с большей степенью доказанности канцерогенности для человека, так как полностью доказана их канцерогенность в опытах на лабораторных животных;

- подгруппа 2В - возможно канцерогенные факторы для человека, то есть с более низкой степенью доказанности канцерогенности для человека, так как много сведений для установки канцерогенности для животных;

3) группа 3 – неклассифицируемые факторы, как канцерогенные для человека, так как включает факторы, которые на основании имеющихся в распоряжении экспертов сведений не могут быть классифицированы как канцерогенные для человека;

4) группа 4 - неканцерогенные факторы для человека, так как включает агенты, для которых существуют убедительные доказательства отсутствия канцерогенной активности в отношении человека (к таким веществам эксперты МАИР отнесли только капролактамы).

## **1.2. Природные канцерогены**

Природные источники канцерогенов – источники, которые не зависят или незначительно зависят от деятельности человека: вулканическая деятельность, геохимические процессы, космохимические явления и другие.

Каждый день на Землю выпадает до 170 тонн метеоритного вещества, в состав которого входят ПАУ, хром, никель и другие элементы. Каждый год 850 вулканов, извергают до 6 млрд. тонн вещества, в котором содержится много ПАУ [21].

Кроме вулканической деятельности природными источниками формирования фонового уровня бенз(а)пирена (БП), как и других ПАУ, являются синтетическая деятельность растений, микроорганизмов, горючие ископаемые (нефть, уголь, сланцы) [31].

Афлатоксины - продукт жизнедеятельности плесневого грибка *Aspergillus*, являются канцерогенами (рис.1).

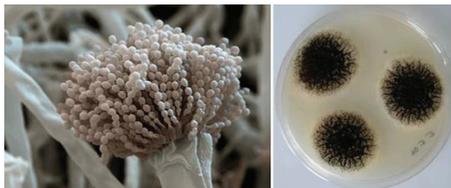


Рис.1 Плесневый грибок *Aspergillus*.

<https://microbak.ru/wp-content/uploads/2019/04/plesen-np10.jpg>

Воздействие постоянной ионизирующей радиации сопровождало развитие организмов Земли. Радиоактивный фон был и остается необходимым фактором эволюции, условием для существования всех форм жизни, в том числе и человека. Только избыточный уровень ионизирующих излучений наносит вред здоровью и является канцерогенным фактором [21]. Эффективная доза человека от естественных источников формируется в основном за счет радона и его дочерних продуктов распада [23].

### **1.3. Канцерогены пищевых продуктов**

На степень загрязнения канцерогенными веществами продовольственного сырья и пищевых продуктов влияет, в основном, загрязненность окружающей среды. По данным Продовольственной Сельскохозяйственной Организации (ФАО) и Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ), большая часть вредных веществ поступает в организм человека с продуктами питания (80-95%).

Основные пути загрязнения продовольственного сырья и пищевых продуктов канцерогенными веществами: использование пищевых добавок, новых нетрадиционных технологий производства продовольственного сырья, продуктов питания или отдельных пищевых веществ; загрязнение

пестицидами; нарушение правил использования удобрений, нитратов, пестицидов, регуляторов роста; использование неразрешенных веществ в животноводстве и птицеводстве в виде кормовых добавок, консервантов и т.д.; нарушение технологических процессов при изготовлении пищевого оборудования, посуды, инвентаря, тары, упаковки; образование в продуктах питания эндогенных токсических соединений в процессе термообработки [46, 67].

**Канцерогены в продуктах питания можно разделить на следующие группы:** полициклические углеводороды; нитрозосоединения; микотоксины; диоксины; пестициды; тяжелые металлы; радиоактивные изотопы.

**Нитраты** попадают в овощи и фрукты в результате современных агрохимических мероприятий из минеральных удобрений. Больше всего нитратов содержится в редисе, редьке, свекле, баклажанах, молодом картофеле, салате, шпинате и других [69]. Нитраты могут содержаться в кожуре, сердцевине, в листьях, плодоножке, кочерыжке (рис.2).

В овощах, потребляемых в сентябре, количество нитратов возрастает по сравнению с летними месяцами. В зимний период содержание нитратов в овощах самое высокое, так как поступают овощи, в основном, из теплиц, где отмечается недостаток естественной освещенности, влаги и избыток минеральных удобрений.



Рис.2 Наибольшее содержание нитратов в растительной продукции. Protect-

market.ru <https://minimalcook.com/wp->

content/uploads/2021/04/405d26deab6e1012fedd710a93c40dc7.jpg

Для снижения уровня нитратов овощи необходимо тщательно мыть и очищать от кожуры, покупать корнеплоды средних размеров, а не крупные. Листовые овощи на огороде следует собирать вечером, так как в это время содержание нитратов уменьшается на 40-60%. Перед использованием их необходимо замачивать на 30-40 минут в воде. Процессы варки, тушения, жарки, бланширования также снижают содержание нитратов в продуктах.

При попадании из желудочно-кишечного тракта в кровь большая часть нитратов выводится через 4-12 часов из организма. Оставшиеся в организме нитраты способны восстанавливаться до нитритов, которые приводят к образованию в организме метгемоглобина и нарушению транспортной функции крови, а также угнетению нервной системы и процессов тканевого дыхания [40].

В пищевой промышленности широко применяется пищевая добавка нитрит натрия (E250). Она придает красивую окраску, приятный запах мясной продукции (рис.3); действует как консервант; взаимодействует с ионами металлов, как антиокислитель. В настоящее время без этой пищевой добавки невозможно обойтись, так как пока не создано более безвредных пищевых добавок с аналогичными функциями. Для равномерного распределения в продукте и обеспечения требуемой концентрации применяется это вещество в технологическом процессе в виде посолочно-нитритных смесей [20].



Рис.3 Пищевая добавка нитрит натрия (E250)

<https://ketokotleta.ru/wp-content/uploads/9/a/2/9a240a7dd6791a498149efa04bc73b99.jpeg>

Из нитрозосоединений 80 нитрозоаминов и 23 нитрозоамида являются канцерогенами и мутагенами. Нитриты и окислы азота обладают способностью легко нитрозировать амины пищевых продуктов с образованием нитрозосоединений. При пониженной кислотности желудочного сока из нитратов образуется большое количество нитрозоаминов, вызывая риск появления рака желудка. Концентрация нитрозоаминов в пищевой продукции - важнейших показатель ее безопасности. Как правило, в продуктах нитрозосоединения или отсутствуют, или присутствуют в очень малых количествах.

Нитрозосоединения появляются в продукции при нарушении технологических регламентов производства; при варке, жарке, солении, копчении, длительном хранении сырья и полуфабрикатов. Использование специй и посолочных компонентов увеличивает нитрозосоединения.

Содержание нитрозосоединений в организме снижается при введении в рацион продуктов, богатых витаминами С и Е, полифенолами, танинами, пектиновыми веществами. Нитрозоамины не образуются при соотношении витамина С и нитратов 2:1 и более. Клетчатка и пектиновые вещества подавляет всасывание нитрозоаминов в толстой кишке [46].

**Микотоксины** – большая группа вторичных метаболитов плесневых грибов. Часто афлатоксины содержатся в зернах кукурузы (рис.4), в рисе, пшенице, в миндале, бобах какао, масличных культурах, овощах, фруктах; могут содержаться в яйцах, молоке, мясе. Ежегодно в мире потери урожая в результате загрязнения микотоксинами составляют порядка 16 млрд. долларов. В последние годы в России количество зерна, загрязненного микотоксинами увеличилось в десятки раз.

Афлатоксины поражают многие органы и системы, в том числе пищеварительную, нервную. Вызывают заболевания крови, печени, почек; нарушают репродуктивную функцию, подавляют иммунитет [26].



Рис.4 Кукуруза, зараженная афлатоксинами.

<https://agrodoctor.livejournal.com/121783.html>

Самым опасным для здоровья людей является *афлатоксин В<sub>1</sub>*. Он является сильнейшим канцерогеном, вызывает гепатоцеллюлярный рак (ГЦР). ГЦР занимает 6 место в мире среди наиболее распространенных онкозаболеваний. Летальность заболевших ГЦР очень высока. Чем старше человек, тем выше риск заболеть ГЦР. По классификации МАИР афлатоксины относятся к 1 группе [25, 67].

В России осуществляется контроль за содержанием в пищевых продуктах 14 химических элементов, наиболее опасными и токсичными считаются кадмий, ртуть и свинец. *Свинец* применяется для пайки швов жестяных банок, для глазирования керамических изделий, в производстве стеклянных изделий, хрусталя и другого. В основном свинец попадает в организм из свинцового припоя швов жестяных банок из-за частичной коррозии при длительном хранении консервированной продукции, имеющей высокую кислотность. Также свинец может попасть в организм при употреблении продуктов, как из сырья животного, так и растительного происхождения.

Содержание свинца в растениях вблизи автодорог больше до 10 раз, чем на отдаленных от дороги территориях. Значительная часть свинца хорошо удаляется при тщательном мытье плодов. Грибы и виноград, обработанные свинцово-мышьяковистыми инсектицидами, а также моллюски и креветки, обитающие в загрязненных водоемах, могут быть источниками избыточного свинца. Свинец попадает в организм при использовании низкокачественной

или длительно эксплуатирующейся керамической, эмалированной, луженой посуды, а также может попасть из оборудования.

Свинец обладает кумулятивными и канцерогенными свойствами, накапливается в костях; при определенных условиях переходит в кровь и может вызвать отравление в острой форме [46].

По классификации МАИР свинец относится к группе 2А. Результаты исследования ученых доказывают связь свинцовой экспозиции с повышенным риском развития злокачественных опухолей мозга [33].

Природный мышьяк широко распространен в биосфере. Соединения мышьяка используются в составе пестицидов, во многих отраслях промышленности. По классификации МАИР неорганические формы мышьяка относятся к группе 1; метилированные формы мышьяка и диметилкарбоновых кислот относятся к группе 2В.

**Мышьяк** содержится в пищевой продукции, в основном в органических формах. Малая часть присутствует в неорганической форме. Неорганические формы мышьяка, в основном, поступают в организм с водой. Много мышьяка обнаруживается в рыбе (рис.5), морепродуктах и рисе. Больше всего накапливается мышьяка в кишечнике, печени, жабрах рыб; меньше – в мышцах.



Рис.5 Мышьяк в рыбе. <https://murmansk.bezformata.com/listnews/murmanskoj-ribe-obnaruzhili-mishyak/80052181/>. <https://fishretail.ru/>

Неорганические формы мышьяка повышают риск развития рака легких, кожи и мочевого пузыря у 1% населения. Исследования ученых в последние годы показали, что токсичность некоторых органических (например,

гидрокарбонаты мышьяка) и метилированных форм мышьяка может быть выше, чем у его неорганических форм [7].

Выделение *ртути* возможно при различных технологических процессах, так как она часто используется во многих отраслях промышленности. Ртуть относится к первому классу опасности, так как это чрезвычайно опасное вещество. Это кумулятивный яд: накапливается в организме животных, человека и в растениях.

Ртуть легко удаляется с поверхности продуктов, плохо адсорбируется. Больше всего концентрируются ртуть и ее соединения в организме рыб. В мясе хищных пресноводных рыб ртути содержится больше, чем в мясе нехищных рыб, соответственно в мкг/кг: 107 - 509 и 79 – 200. Содержание ртути в морских рыбах составляет 100-150 мкг/кг, в океанских – 300-600 мкг/кг. Много ртути содержится в грибах – до 447 мкг/кг, больше в перезрелых - до 2000 мкг/кг [46].

Исследования ряда ученых показали, что при воздействии ртути на организм возникает вероятность повышенного риска смерти от рака легких, почек, центральной нервной системы [16].

*Кадмий* не встречается в природе в чистом виде. Кадмий образуется при рафинировании цинка и меди. В атмосферный воздух кадмий поступает при сжигании топлива на ТЭЦ, от автотранспорта. Кроме этого, кадмий содержится в фосфатных удобрениях и навозе. В организм человека кадмий, в основном попадает с растительной пищей [46].

Кадмий опасен в любой форме; обладает канцерогенным, мутагенным, тератогенным эффектом. При хронической интоксикации высок риск рака лёгких, почек, предстательной и поджелудочной желез. С возрастом кадмий накапливается в организме человека. По классификации МАИР кадмий относится к группе 1 [39].

*Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ)* широко распространены в окружающей среде. Канцерогенная активность ПАУ на 70-80 % обусловлена *бенз(а)пиреном (БП)*. По классификации МАИР бенз(а)пирен относится к группе 1.

Основные источники загрязнения ПАУ окружающей среды: промышленность, объекты теплоэнергетики, транспорт (рис.6).



Рис.6 Основные источники загрязнения ПАУ окружающей среды.

Заимствовано из Интернет-ресурсов.

Канцерогенные полициклические углеводороды попадают в продукты питания из почвы, воды, атмосферного воздуха. В случае проникновения в организм ПАУ образуют соединения, которые реагируют с гуанином, что приводит к нарушению синтеза ДНК, к мутациям, способствующим возникновению онкологических заболеваний: карцином и сарком.

При домашнем копчении в продуктах образуется в 5 и более раз больше бенз(а)пирена, чем при промышленном производстве. Много ПАУ образуется в продуктах при обработке дымом в процессе сушки [46]. 50 г копченой колбасы могут содержать такое же количество полициклических углеводородов, как дым от пачки сигарет [69].

Часто группу веществ - *полихлорированные дибензодиоксины (ПХДД)* – называют *диоксинами*. ПХДД образуются на предприятиях при сожжении различных веществ, в том числе отходов; они являются суперэкоксикантами. ПХДД включают большую группу ароматических трициклических соединений, содержащих от 1 до 8 атомов хлора. Они обладают мутагенными, канцерогенными и тератогенными свойствами. Диоксины усиливают воздействие на организм других токсических веществ, таких как: свинец, кадмий, ртуть и другие.

Из почвы диоксины попадают в растения, затем переносятся воздушными потоками и сточными водами в водоемы. Из растений и водоемов диоксины попадают в организм птиц и животных. В организм ПХДД, в основном, поступают с продуктами питания. Особенно много ПХДД в мясе, рыбе, (особенно пресноводной), молочных продуктах. Стабильность яда способствует многократной циркуляции по трофическим цепям (рис.7).

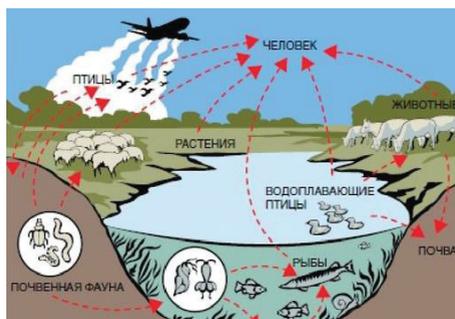


Рис.7 Перенос диоксинов по цепям питания.

Займствовано из Интернет-ресурсов.

Две группы родственных химических соединений - полихлорированные dibензофураны (ПХДФ) и полихлорированные бифенилы (ПХБ) - присутствуют с ПХДД в окружающей среде, пищевых продуктах и кормах. В настоящее время известны 75 ПХДД, 135 ПХДФ и более 80 ПХБ.

Основные представители соединений: 2,3,7,8 – тетрахлордibenзофуран (ТХДФ), 2,3,7,8 – тетрахлордibenзопарадиоксин (ТХДД). **ТХДД** - одно из самых токсичных веществ антропогенного происхождения: по классификации МАИР относится к 1 группе [46].

Вследствие аварии на Чернобыльской АЭС произошли загрязнения радионуклидами ряда территорий России. Растения наиболее активно поглощают **цезий-137** и **стронций-90**. Больше всего накапливают радионуклиды грибы. Много радионуклидов содержится в корнеплодах и

корнях растений. Радионуклиды попадают в организм сельскохозяйственных животных при выпасе на загрязненных территориях. В результате мясо и молоко таких животных может содержать повышенные количества цезия-137 и стронция-90, что опасно для здоровья человека при употреблении таких продуктов [69].

Исследования проб пищевых продуктов на содержание техногенных радионуклидов, проведенные в 2021 году, выявили 0,4 % проб, не соответствующих гигиеническим нормативам по содержанию цезия-137; превышений по содержанию стронция-90 не обнаружено. Превышения содержания цезия-137 регистрировались в грибах и ягодах на территориях областей Брянской и Калужской. Также определялись превышения содержания цезия-137 в мясе и молоке, которые произвели в частном секторе этих территорий [23].

При приготовлении пищи также могут образовываться канцерогены. *Акриламид* вырабатывается при высокой температуре при взаимодействии аминокислоты аспарагина и сахара. Мясные продукты при поджаривании наносят вред организму в 10-50 раз сильнее, чем при запекании и отваривании. Акриламид образуется также при приготовлении, кофе, шоколада, картофеля фри, чипсов, крекеров и других [36].

Акриламид способен вызвать опухоли кожи и легких, повышает частоту доброкачественных и злокачественных опухолей щитовидной железы, надпочечников и других [79].

При сильном разогреве масел, имеющих несколько ненасыщенных связей (например, подсолнечное масло), образуются *пероксиды*, которые замедляют синтез белка в клетках и вызывают мутации в клетках организма [36].

Розничная продажи алкоголя на душу населения в 2020 году составила 6,2 литра этанола. С 2010 года до 2020 года розничные продажи алкогольной продукции снизились по России на 29 %: продажи водки и ликероводочных изделий на 47 %, шампанского и игристых вин на 36,3 %; потребление коньяка

не изменилось (0,8 литров в год) [23]. В структуре продаж алкогольной продукции преобладает пиво (табл.1)

*Таблица 1*

**Структура продаж алкогольной продукции в 2020 году, % [23]**

Алкогольная продукция	Пиво	Виноградные и плодовые вина	Водка и ликероводочные изделия	Шампанские и игристые вина	Коньяки
Процент	78,6	9,4	8,9	1,9	1,2

**Злоупотребление алкогольными напитками** определено МАИР как канцерогенный фактор. Более 4 % от всех смертей в мире обусловлено потреблением алкоголя. Из них самый большой удельный вес приходится на смертность от рака. Причинно-следственная взаимосвязь определена между потреблением алкоголя и развитием рака полости рта, ротоглотки, пищевода (плоскоклеточный рак), прямой и толстой кишки, гортани, печени и внутripеченочных желчных протоков, а также рака молочной железы.

Исследования выявили прямую корреляционную зависимость между потреблением населением водки и ликероводочных изделий (по показателю продаж) и распространенностью онкозаболеваемости (от  $r = 0,376$ ) [23].

Много людей в России и большей части стран Европы страдает **от ожирения**. 20% случаев смерти от рака у женщин и 14% у мужчин связаны с ожирением. Наибольшую опасность представляет абдоминальный тип ожирения из-за повышения риска смерти от рака аденокарциномы пищевода и рака груди до 24% у женщин моложе 50 лет. Также у людей с абдоминальным типом ожирения чаще регистрируется рак ободочной кишки, эндометрия и поджелудочной железы (рис.8).



Рис.8. Абдоминальный тип ожирения. Заимствовано из Интернет-ресурсов.

Существует взаимосвязь между индексом массы тела (ИМТ) и подтипом рака. Так, например, избыточная масса тела оказывает более сильное влияние на развитие аденокарциномы кардиального отдела желудка. Определено, что около 30% всех случаев рака ободочной кишки связано с ИМТ>22,5. Высокий риск первичного рака печени, особенно у людей старше 60 лет отмечается при ИМТ>30. При ИМТ>35 возрастает в 4,5 раза риск смерти от рака печени у мужчин.

Механизмы онкозаболеваний могут меняться в зависимости от локализации новообразований, но существуют системные изменения, предшествующие началу заболевания вне зависимости от типа рака - изменение профиля микроокружения жировой ткани с противовоспалительного на провоспалительный.

Жировая ткань действует как эндокринный орган. Она синтезирует несколько адипокинов (разновидность цитокинов), например, лептин и адипонектин, которые наряду с другими играют ключевую роль в гомеостазе массы тела.

Инсулин, инсулиноподобный фактор роста-1, половые гормоны и адипокины определяются как активаторы процессов злокачественного роста при ожирении. Механизм возникновения рака связан с гипертрофией адипоцитов, что приводит к кислородному голоданию тканей, нарушению процесса образования новых кровеносных сосудов в тканях, инфильтрации иммунных клеток, повышению продукции свободных радикалов, накоплению в просвете эндоплазматического ретикулама aberrантных протеинов; к системным расстройствам, обусловленных мутациями митохондриального или ядерного генома; к постоянной оптимизации свойств межклеточного матрикса к изменяющимся условиям. При ожирении увеличивается метастазирование путем активации сигнальных путей антиапоптоза [17].

#### 1.4. Канцерогены пестицидов

Одними из самых опасных веществ для здоровья населения являются пестициды. Ими целенаправленно обрабатываются растения, почвы, различные изделия, домашние животные, вредные теплокровные животные и другое. Существует много классификаций пестицидов. Так они делятся на органические и неорганические; на хлор-, фосфор-, металлоорганические, алкалоиды.

Пестициды классифицируются в соответствии с целью использования: они могут использоваться для высушивания растений перед уборкой (десиканты); для ускорения роста растений (ауксины); для корнеобразования, регулирования роста растений и протравливания семян перед посевом; для опадения листьев растений (дефолианты); для уничтожения вредных насекомых (инсектициды).

Механизм действия пестицидов зависит от цели применения. Они могут быть контактными, кишечными, системными (через сосудистую систему), фумигативного действия (через дыхательную систему).

Пестициды подразделяются на четыре класса опасности. Самые опасные пестициды относятся к первому классу. К этому классу относятся вещества, которые характеризуются следующими признаками:

- средняя смертельная доза при введении в желудок - менее 50 мг/кг;
- средняя смертельная доза при нанесении на кожу – менее 100 мг/кг;
- средняя смертельная концентрация в воздухе – менее 500 мг/м<sup>3</sup>.

Эти вещества могут повреждать кожу с образованием струпа, вызывать сильный отек, гиперемии, которые сохраняются более 3 суток. Также доказаны аллергенные, тератогенные, эмбриотоксичные и мутагенные свойства этих веществ. Для некоторых из них доказаны канцерогенные свойства.

Объем ежегодно используемых пестицидов превышает более двух миллионов тонн. В связи с появлением устойчивых вредителей сельскохозяйственных культур к пестицидам, разрабатываются новые, а устаревшие скапливаются в огромных количествах. Пестициды применяются

не только в сельском хозяйстве, но и в других отраслях: в ветеринарии, медицине, в деревообрабатывающей промышленности и т.д..

Обязательное исследование пестицидов проводится на мутагенность, но в настоящее время нет единого метода, позволяющего точно оценить присутствие этого свойства пестицида. При исследованиях важное значение имеет изучение не только отдельных веществ, но и их совместное действие при содержании их в применяемых препаратах. Так, при комбинации двух широко применяемых в сельском хозяйстве инсектицидов дельтаметрина и тиаклоприда генотоксическое действие их усиливалось.

Для использования канцерогенности веществ, как правило, используют не длительные и дорогостоящие эксперименты, а методы краткосрочного тестирования, которые основаны на исследованиях механизмов химического канцерогенеза. Известна причинная связь между мутагенезом и канцерогенезом, а также выявленные совпадения канцерогенных и мутагенных свойств у различных пестицидов. Определена канцерогенность следующих пестицидов: каптана, манеба, диметоата, 1,3-дихлорпропена, беномила, лонтрела, метафоса, фюзилада и других. Часто исследования показывают развитие рака у детей и подростков при воздействии пестицидов на организм матери во время беременности и в период кормления.

Применение в России запрещено следующих пестицидов: ацетохлор, атразин, ДДТ, дикурин, манеб, цирам (матазан, цимаб). Воздействие ацетохлора может привести к опухолям носовых раковин, разрушению щитовидной железы. Атразин воздействует на эндокринную систему, способствует возникновению рака щитовидной железы, вызывает раздражение дыхательных путей, глаз, кожи. ДДТ оказывает на человека канцерогенное, мутагенное, тератогенное, эмбриотоксическое воздействие; воздействует на иммунную систему; накапливается в жировых тканях, попадает в молоко. Дикурин оказывает гонадотоксический эффект. Манеб оказывает токсическое воздействие на нейроны и увеличивает риск развития болезни Паркинсона.

Цирам оказывает неблагоприятное влияние на размножение и развитие потомства.

Для обеспечения безопасного применения пестицидов необходимо исследовать влияние на организм человека не только действующих веществ, но и препаратов из них.

В соответствии раздела XXV «Требования к технологическим процессам производства, хранению, транспортировке и применению пестицидов и агрохимикатов» СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» администрация предприятий должна информировать работников о характеристиках пестицидов, о воздействии их на организм человека, о правилах работы с ними и условиях хранения, о средствах индивидуальной (рис.9) и коллективной защиты.



Рис. 9 Использование средств индивидуальной защиты при работе с пестицидами. Заимствовано из Интернет-ресурсов.

При производственных помещениях должны быть оборудованы санитарно-бытовые помещений в соответствии с разделом VIII «Требования к санитарно-бытовым помещениям» СП 2.2.3670-20. Обработка сельскохозяйственных культур с помощью авиации допускается только в случае отсутствия возможности применения наземной техники.

Физические лица могут использовать пестициды только 3 и 4 классов опасности в соответствии с инструкцией, прилагаемой к пестициду.

В соответствии со ст.8 Федерального закона от 19 июля 1997 ода «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» Государственная

регистрация пестицидов и агрохимикатов проводится федеральным органом исполнительной власти. Порядок Государственной регистрации пестицидов и агрохимикатов утвержден приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 31 июля 2020 года №442. В Государственном реестре представлены свидетельства о государственной регистрации пестицидов и агрохимикатов.

### **1.5. Канцерогены воды**

Обеспечение населения качественной водой, соответствующей гигиеническим нормативам, является важной задачей государства. Качество воды зависит от многих факторов: от состояния источника водоснабжения, очистных сооружений, подземных коммуникаций, оборудования потребителя [60, 63].

В воде могут содержаться канцерогены различной природы: химические, физические, биологические. Они попадают в воду из почвы, из атмосферного воздуха, из сточных вод. Канцерогенные вещества попадают в организм человека с водой, при использовании воды в хозяйственных, гигиенических и рекреационных целях [28].

Исследования показывают, что в водопроводной воде часто присутствуют канцерогены: нитрозосоединения; 3,4-бензпирен, соли мышьяка и другие. Уровень многих из них не контролируется. При кипячении хлорированной воды в ней образуются в огромном количестве опасные хлорорганические вещества, способные вызывать онкозаболевания: рак легкого, гортани, пищевода, мочевого пузыря, молочной железы. Для снижения содержания вредных веществ в воде перед кипячением её необходимо отстаивать, замораживать или пропускать через специальные фильтры [69].

Учеными определена связь содержания мышьяка в питьевой воде и ростом онкозаболеваемости у населения мочевого пузыря, легкого и кожи. По классификации МАИР мышьяк в воде относится к 1 группе.

Не выявлена связь онкозаболеваемости с потреблением воды с повышенными концентрациями кадмия, хрома, вольфрама, меди, свинца, асбеста. Есть результаты исследований ученых, показывающих связь содержания нитратов в воде с риском развития рака желудочно-кишечного тракта, неходжкинской лимфомы, рака мочевого пузыря [28].

Исследования показывают, что глубоко залегающие водяные пласты могут иметь повышенную концентрацию радона, урана, радия, полония-210, свинца-210 и изотопов тория. В соответствии с рекомендациями ВОЗ и действующими нормативными документами осуществляется радиационный контроль подземных вод.

В 2021 году выявлялись случаи превышения контрольных уровней первичной оценки суммарной удельной альфа- и бета-активности радионуклидов в пробах питьевой воды в Республике Хакасия, Владимирской и Ленинградской областях, городах Санкт-Петербурге и Москве. В 2021 году доля проб питьевой воды в основном из подземных источников, составила более 20 %. В 2021 году смертность из-за онкозаболеваний, ассоциированная с ненормативным качеством питьевой воды, составила 0,92 случая на 100 тыс. всего населения [23].

### **1.6. Канцерогены табачного дыма**

В России огромное число курящих людей: курят более 60 % мужчин и более 20% женщин. Табачный дым в основном действует на бронхолегочную систему, в которой повреждается эпителий, что приводит к повышенной микробной колонизации респираторных слизистых. При курении происходит выброс нейромедиаторов, преимущественно дофамина, способствующих появлению чувства удовольствия от курения. Доказано, что 80 % причин заболеваемости и смертности, связанных с курением, обусловлены сердечно-сосудистыми заболеваниями, раком легких и хронической обструктивной болезнью легких.

Каждый год растут расходы на табачную продукцию в Российской Федерации (рис.10). Розничная продажа сигарет и папирос в 2020 году составила 1,5 тысячи штук, что превышает целевой показатель 1,35 тысяч штук федерального проекта «Формирование системы мотивации граждан к здоровому образу жизни, включая здоровое питание и отказ от вредных привычек».



Рис.10 Динамика потребительских расходов на табачную продукцию в Российской Федерации, 2011-2020 годы, % [23]

Исследования показывают, что существует прямая связь между высокой долей расходов на табак на члена домохозяйства в месяц и заболеваниями новообразованиями ( $r = 0,24$ ;  $p = 0,02$ ) [23]. Опасно курение еще и тем, что наносит вред не только курящему человеку, но и людям, находящимся рядом с ним. Таких людей называют пассивными курильщиками. Они получают 20 % вредных веществ, от веществ воздействующих на самого курильщика. Каждый год в мире умирает порядка шестисот тысяч человек от пассивного курения.

При курении образуется основной и побочный потоки дыма. Основной поток выходит из мундштучного конца при затяжке. Побочный поток дыма образуется между затяжками и выделяется из противоположного конца сигареты или сигары в окружающую среду. Пассивные курильщики подвергаются воздействию тех же веществ, что и активные курильщики. Среди веществ, воздействующих на курильщиков, 69 являются канцерогенными (рис.11).



Рис.11 Вещества, содержащиеся в табачном дыме.

Заимствовано из Интернет-ресурсов.

Как показали исследования, табачный дым в организм некурящих попадает не только через легкие. Он проникает также через кожу, слизистые оболочки глаз, ротовую полость. В побочном потоке вредных веществ больше, чем в основном: нитрозоаминов в 50–100 раз, бенз(а)пиренов – в 4 раза, смол и никотина – в 5 раз [41].

Исследования показали, что у 17% людей заболеваемость раком связана с пассивным курением. На территории России в соответствии с Федеральным законом от 23 февраля 2013 г. № 15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака» полностью запрещена реклама табака. Законом введена административная ответственность за нарушение правил продажи табачных изделий, курение в общественных местах, рекламу и спонсорство табака, за вовлечение несовершеннолетних в процесс курения [4].

### **1.7. Канцерогены товаров для детей и подростков**

Российский рынок игрушек и других товаров для детей и подростков с каждым годом растет. Большой популярностью пользуются настольные занятия по конструированию и моделированию, изделия по уходу за детьми младшего возраста. Не снижается интерес к мягким игрушкам. В России, в основном (более 60%), реализуется импортная продукция, большую часть которой составляет Китайской Народной Республики.

Чаще всего игрушки покупают родители детям до 10 лет. Игрушки покупают на рынках, в специализированных детских магазинах, через интернет-магазины. При покупке игрушек решающее значение имеет цена.

В соответствии с Техническими регламентами Таможенного союза ТР ТС 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков» и ТС 008/2011 «О безопасности игрушек» предприятия, производящие игрушки и продукцию, используемую детьми и подростками, обязаны сертифицировать, подтверждая ее безопасность.

Китайская продукция нередко не отвечает требованиям безопасности для детей. Результаты проверок показывают, что порядка 50% игрушек не отвечают требованиям безопасности, имеют поддельные сертификаты, или не имеют из вообще.

Специалисты Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, с учетом возрастных групп, осуществляют контроль и надзор в сфере безопасности игрушек и другой продукции для детей и подростков.

Контроль осуществляется за материалами, конструкцией, маркировкой, упаковкой, хранением, транспортировкой, эксплуатацией и методами исследования этой продукции. Исследования проводятся органолептические (оценка внешнего вида, запаха, привкуса и др.), токсикологические, на соответствие физическим показателям.

Чем интенсивнее запах игрушек, тем более высокий уровень миграции химических веществ, тем выше риск отрицательного воздействия их на здоровье ребенка. Для детей до трех лет большое значение имеет определение привкуса.

Несмотря на регламентацию гигиенических требований Техническими регламентами Таможенного союза, в продажу поступает огромное количество товаров для детей и подростков, не соответствующих требованиям безопасности. Тысячи наименований опасной продукции ежегодно изымаются из продажи. Большая часть таких игрушек предназначена для детей до трех лет.

В игрушках находят такие вещества как: свинец, фенол, формальдегид, бензол, мышьяк и его соединения, соединения хрома (VI), фенол, ртуть и другие.

Формальдегид, бензол, мышьяк и его соединения; соединения хрома (VI) по классификации МАИР входят в 1 группу; стирол входит в группу 2А. Доказана связь формальдегида с развитием злокачественных новообразований носоглотки. Также формальдегид оказывает мутагенное действие, воздействует на репродуктивные органы.

Длительное воздействие бензола может вызвать отравление и острый миелогенный лейкоз. Стирол оказывает общетоксическое, раздражающее воздействие на слизистые оболочки верхних дыхательных путей, нарушает цветное зрение. При воздействии стирола существует риск возникновения лимфогематопоэтического рака.

При воздействии мышьяка и его соединений, помимо нейропатии, энцефалопатии, мышечной атрофии, страдает система крови. Иногда наблюдаются злокачественные анемии и геморрагические алейкии.

Соединения шестивалентного хрома накапливаются в волосах и в печени человека. Соединения хрома вызывает аллергические экземы и другие виды дерматитов, хронические язвы, рак дыхательных путей и легких.

Согласно Федеральному закону от 07.02.1992 N 2300-1 «О защите прав потребителей» покупатель, при соблюдении определенных условий, имеет право вернуть или обменять игрушку или другой товар, предназначенный для детей и подростков. Но не все знают об этом, и используют такую возможность. Также не все знают о вредных и опасных веществах, которые могут содержать эти товары.

Этикетка детской игрушки, или другого товара для детей и подростков, должна содержать следующую информацию: название игрушки, наименование страны и фирмы-изготовителя; потребительские свойства; условия хранения и эксплуатации; дата производства и срок годности; возраст ребенка, для которого предназначен товар; ссылка на технический регламент, подтверждающий качество и другое (рис.12).



Рис.12 Этикетка детской игрушки. Заимствовано из Интернет-ресурсов.

Дети – это наше будущее и настоящее. Здоровье взрослых людей во многом определяется здоровьем в детстве. Сохранение здоровья детей - приоритетная задача здравоохранения России. Детей надо окружать заботой, вниманием, любовью. Здоровье детей находится в руках родителей и других людей, которые его окружают. Вредные факторы окружающей среды могут нанести ущерб здоровью ребенка. С любимой игрушкой или другим изделием ребенок может проводить много времени, что может привести к ухудшению состояния здоровья ребенка.

При покупке товаров, предназначенных для детей и подростков, необходимо внимательно читать этикетки, изучать сертификаты; исследовать, при возможности, используя органолептический метод приобретаемый товар, консультироваться со специалистами, не стесняться задавать «неудобные» вопросы. Только таким образом можно оградить ребенка от вредных и опасных факторов игрушек и других товаров при пользовании ими.

## **1.8. Канцерогены лекарственных препаратов**

С каждым годом увеличивается количество людей, постоянно принимающих одно или несколько лекарственных средств. Лекарственные средства могут вызывать неблагоприятные реакции. Как показали исследования, такие реакции наблюдаются у 4-29 % больных. Неблагоприятные реакции обусловлены не только индивидуальными особенностями пациента, но и самим лекарственным препаратом [22].

Группа противоопухолевых препаратов, которые нарушают процессы роста, развития и механизмы деления всех клеток организма, включая злокачественные и тем самым инициируя апоптоз, называются цитостатиками. Как показали исследования, цитостатики, применяемые в настоящее время, канцерогенны. У некоторых пациентов, излечившихся от первичных опухолей, появляются вторичные опухоли после применения таких препаратов. В США таких случаев обнаружено порядка 18% среди излеченных больных. Так как польза от применения этих лекарственных средств превышает риск онкологических заболеваний, цитостатики будут долго еще использоваться.

По решению МАИР часть препаратов или их комбинаций отнесены к группе 1 канцерогенной опасности, то есть являются несомненными канцерогенами для человека. Дальнейшие исследования данной группы лекарственных средств привели к тому, что отдельные средства были переведены из 2 группы веществ с вероятной или возможной канцерогенностью классификации МАИР в 1 группу.

Канцерогенность препаратов нового поколения, в том числе таргетного назначения (для борьбы с клетками опухоли), проявится через много лет после начала массового применения. Сейчас, основываясь на экспериментальных данных, можно прогнозировать канцерогенный характер их воздействия на организм излеченных больных [10].

При производстве лекарственных средств иногда происходят ситуации, когда, вследствие нарушения технологических процессов, в лекарственные средства попадают вредные примеси. Так, в 2018 году органы регулирования

обращения лекарственных средств ЕС и США обнаружили генотоксичные примеси нитрозаминов в фармацевтических субстанциях валсартана (антигипертензивное средство) многократно превышающие допустимый уровень. В 2019 году были обнаружены примеси нитрозаминов в лозартане производства компании Hetero Labs (Индия) с последующим отзывом сертификата на субстанцию (рис.13).



Рис.13 Лозартан производства компании Hetero Labs.

Заимствовано из Интернет-ресурсов.

Несмотря на всестороннее расследование создавшихся ситуаций, до сих пор до конца не выяснен вопрос появления вредных примесей и их истинного уровня токсичности. Такие ситуации требуют своего дальнейшего решения, анализа рисков, разработки современных высокочувствительных и точных методик для оценки качества лекарственных препаратов [75].

## 1.9. Канцерогены жилых помещений

Воздух жилых помещений загрязняется от нескольких источников, как внешних, так и внутренних. Основной внешний источник загрязнения – атмосферный воздух, который может содержать канцерогенные вещества, а, следовательно, влиять на уровень онкозаболеваемости [13-14,29,54,59,61-62].

Внутренние источники загрязнения жилых помещений: домашняя пыль, строительные и отделочные материалы, продукты неполного сгорания бытового газа; вредные вещества, образующиеся при приготовлении пищи; бытовая химия, парфюмерные, косметические средства и другое. Как показали

исследования ученых, воздух жилых помещений в 1,5-4 раза более загрязнен, чем атмосферный.

Группа ученых провела исследования воздуха жилых помещений. Отбор проб воздуха осуществлялся при закрытых окнах, неработающих кондиционерах; помещения не проветривались в течение 12 часов. Эти исследования показали, что воздух помещений загрязнен более 600 органическими примесями. Часть примесей по количественному и качественному составу соответствовала составу атмосферного воздуха: по оксидам азота, углерода, пыли. Более низкие концентрации регистрировались по содержанию свинца, диоксида серы и озона. Концентрация ксилолов, бензола, ацетальдегида, метилэтилбензола, пропилбензола, этанола, этилацетата, ацетона, фенола и других превышали уровни их содержания в атмосферном воздухе до 10 раз и более.

Бензол, толуол, этилбензол, ксилолы, пропилбензол, метилэтилбензолы, триметилбензолы, стирол присутствовали во всех исследуемых помещениях. В отремонтированных помещениях с новой мебелью, а также в помещениях, загрязненных табачным дымом, концентрация бензола превышала ПДКсс в 15 раз; этилбензола и триметилбензолов – в 8 раз. Формальдегид регистрировался практически во всех квартирах с превышением ПДКсс в 2-2,5 раза. Превышение ПДК фуранов, являющихся компонентами табачного дыма, автомобильных выбросов, продуктами сгорания газа и др., составило до 8 ПДК. Для более 60 % веществ, обнаруженных в помещениях квартир, гигиенические нормативы отсутствовали [45].

### **1.10. Канцерогены офисных помещений**

Работа в офисе предъявляет высокие требования к служащим: владение навыками эффективного поведения в деловых и проблемных ситуациях, настрой на сотрудничество и другое. Работники офисов являются группой повышенного риска по заболеваниям, возникающим вследствие длительного

психоэмоционального напряжения: гипертония, ишемическая болезнь сердца, язвенная болезнь и другие.

Помимо психогенных факторов на офисных работников воздействуют внешние и внутренние факторы окружающей среды. В помещения офисов поступают вредные вещества из атмосферного воздуха. Внутренними источниками загрязнений являются: мебель, отделочные материалы, офисное оборудование. На условия труда работников также влияют такие факторы, как параметры микроклимата, шум от оборудования офиса и от внешних источников, освещенность рабочего места, электромагнитные излучения от ПЭВМ и от смартфонов, статическое электричество, низкий уровень содержания отрицательных аэроионов, микробное загрязнение и другое.

Как показали исследования ученых в офисных помещениях регистрируются такие вещества, как: фенол, стирол, формальдегид, озон, азота оксид, аммиак, бензол, ацетон, эпихлоргидрин, кислоты, бензин, этилена оксид и т.д. [49].

Формальдегид, содержащийся в мебели, обладающий канцерогенными свойствами, постоянно выделяется в офисное помещение, так как полимерная смола древесноволокнистых плит подвергается гидролитическому разложению. Концентрация вещества зависит от микроклиматических условий в помещении. Гипсокартон, ковровые покрытия способны накапливать формальдегид, выделяемый другими источниками [19].

Формальдегид, помимо канцерогенного действия, оказывает также общетоксическое, сенсibiliзирующее, тератогенное, эмбриотоксическое и мутагенное действие [47].

Чтобы минимизировать воздействие формальдегида при покупке мебели из МДФ и ДСП, необходимо у продавца требовать сертификат качества и гигиеническое заключение; чаще проветривать помещения [19].

Влияние канцерогенных факторов на здоровье офисных работников выявить сложно, но исключать воздействие не следует.

### 1.11. Канцерогены выбросов автотранспорта

Приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха в России остаются окислы азота, взвешенные вещества, формальдегид, сера диоксид, алифатические предельные и ароматические углеводороды, в том числе бензол, гидроксibenзол и его производные, ксилол, толуол, аммиак, бенз(а)пирен, дигидросульфид, марганец, свинец, серная кислота, сероуглерод, углерод оксид, хлор и его соединения, фтор и его соединения и другие [23].

Автомобили являются основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в городах: удельный вес выбросов от автотранспорта доходит до 60% и более. Опасность выбросов от автотранспорта определяется тем, что они осуществляются на уровне зоны дыхания человека, в жилой зоне, внутри дворовых территорий. Из-за большой загруженности автодорог автотранспорт в часы пик простаивает на перекрестках с включенным двигателем, что увеличивает выбросы в атмосферный воздух [13-14, 29, 54, 59, 61-62] (рис.14).



Рис.14 Выбросы от автотранспорта. Заимствовано из Интернет-ресурсов.

На 1 января 2023 года на территории Российской Федерации было зарегистрировано 55,87 млн единиц автомобильной техники. Более 81% от этого числа приходится на легковые машины [3].

В соответствии с п.23 Методики определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха, утвержденной приказом Минприроды России от 27 ноября 2019 года №804 определение показателей выбросов автотранспортных потоков выполняется для следующих веществ,

поступающих в атмосферный воздух: углерода оксида, азота оксида и диоксида; взвешенных частиц; бензина; керосина; серы диоксида; формальдегида; бенз(а)пирена; метана. Помимо этих веществ в выбросах автотранспорта содержатся сотни других веществ, среди них такие, как: хром, марганец, железо, никель, медь, цинк, кадмий, свинец и другие. Концентрации данных веществ исследуются редко и выборочно.

Большую опасность представляют ПАУ, твердые нано- и микрочастицы сажи, озон, угарный газ, оксиды серы. Углеродистые частицы размером 1-300 нм образуются при сгорании топливной смеси. Частицы включают различные металлы, образующиеся при работе двигателя, при износе двигателя и систем очистки выхлопных газов. Наночастицы металлов выхлопных газов канцерогенны.

Канцерогены образуются при износе шин и дорожного покрытия [20]. Шинная пыль содержит более 140 химических соединений, среди них особо опасные - полиароматические углеводороды и N-нитрозамины. В придорожной пыли находятся ионы железа, алюминия, цинка, марганца, стронция, свинца, бария, меди. Частицы металлов передаются животным и человеку через пыль и растения [73].

## **1.12. Канцерогены наноматериалов**

В настоящее время во многих странах развивается наноиндустрия. Наноматериалами (НМ) пользуются более 20 лет, но безопасность использования ни одного НМ не изучена в полном объеме. Развитие нанотехнологий в России начало осуществляться на национальном уровне после выдвижения Президентской инициативы «Стратегия развития наноиндустрии». Наноиндустрия входит в перечень приоритетных направлений развития науки, технологий и техники Российской Федерации.

Государственный подход к вопросам безопасности наноматериалов полно изложен в «Концепция токсикологических исследований, методологии оценки риска, методов идентификации и количественного определения

наноматериалов», утвержденной Постановлением главного государственного санитарного врача РФ от 31 октября 2007 г. № 79.

В Концепции представлены основные виды наноматериалов: углеродные наночастицы (рис.15) (фуллерены, нанотрубки, графен, углеродные нанопены); наночастицы простых веществ (не углерода); наночастицы бинарных соединений; препараты наночастиц сложных веществ.

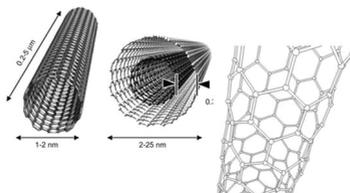


Рис.15 Углеродные нанотрубки. Заимствовано из Интернет-ресурсов.

Токсическое воздействие наночастиц следующие: физическое взаимодействие наночастиц с клетками или компонентами клеток; окислительный стресс, что является следствием образования активных форм кислорода; токсическое действие ионов наночастиц на основе металлов/металлоксидов [37].

Все НМ объединяет общее свойство - необычайно высокое соотношение площади их поверхности к массе. В сверхтонкой структуре большая часть атомов находится на поверхности, что повышает их реакционную, каталитическую, сорбционную способность относительно атомов, находящихся во внутренних слоях. В результате инертные вещества в виде НМ могут интенсивно участвовать в генерации свободных радикалов и активных форм кислорода. Они могут повреждать структуры клеток, длительное время находиться в клетке.

НМ применяются в электронике, в оптике, механике, медицине, пищевой промышленности и других сферах деятельности. Каждый год объемы их производства увеличиваются на 18%. В последние годы больше всего

изготавливалось пять наноматериалов: двуокись кремния, двуокись титана, наноформы глины, окись цинка и окись алюминия.

Также НМ используются при изготовлении: дезинфицирующих средств, косметики, средств личной гигиены, одежды и электронных устройств. НМ используют в медицине в качестве многофункциональных наноносителей различных молекулярных конструкций. Они способны обеспечивать регулируемое высвобождение лекарственных препаратов.

Многие НМ имеют сходство с природными неорганическими нановолокнами, отнесенными по классификации МАИР к 1 группе - хризотилловые и амфиболовые асбесты, тремолит, актинолит и антофиллит, фторэдинит и другие. Кобальт и никель входят в состав отдельных НМ, что также может служить основанием предполагать канцерогенные свойства данных НМ.

Латентный период развития онкозаболеваемости составляет 15-20 лет, поэтому нет возможности определить канцерогенность тех или иных современных наноматериалов. Однако, уже у ряда работников нанотехнологических производств были обнаружены ранние маркеры поражения дыхательной системы: в смывах носа, мокроте и сыворотке крови было выявлено значительное повышение уровня воспалительных цитокинов; изменились биомаркеры, связанные с окислительным стрессом, воспалением, фиброзом легких и онкологическими заболеваниями. Ряд экспериментов показывает, что часть НМ обладает собственной канцерогенностью, другие усиливают канцерогенные свойства других агентов [11].

### **1.13. Канцерогены промышленных предприятий**

Первый раз профессиональный рак кожи трубочистов описал английский врач П.Потт в 1775 году [30, 50].

В течение многих лет в России наблюдается рост заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований. Одной из причин такого роста является воздействие канцерогенных факторов. По данным ученых

удельный вес профессионально обусловленных злокачественных новообразований составляет в структуре общей онкологической заболеваемости от долей процента до 30 % и более [66].

Для эффективного решения проблемы снижения онкозаболеваемости и смертности в России внедрен комплексный подход, включающий разработку и внедрение профилактических мероприятий на основе идентификации опасности, оценки и управления канцерогенными рисками.

В 1957 году в Советском Союзе была создана Комиссия по канцерогенным веществам и мерам профилактики при Государственной санитарной инспекции Минздрава СССР. В состав Комиссии вошли люди разных профессий: гигиенисты, онкологи, химики, физики, инженеры, технологи и другие специалисты. В последующие годы менялся состав комиссии, название, но оставалась профилактическая направленность комиссии. Долгие годы возглавлял комиссию академик АМН СССР Леон Манусович Шабад.

Комиссия (комитет) координировали и направляли работу ученых в области профилактики онкологической заболеваемости. Комитет организовывал и проводил съезды, конференции и симпозиумы, которые проводились, начиная с 1973 года, в Свердловске/Екатеринбурге.

В 1960-70-х годах Комитет выступил инициатором нормирования канцерогенов. В 70-80-х годах прошлого столетия в Советском Союзе впервые в мире были разработаны и утверждены ПДК бенз(а)пирена в атмосферном воздухе, воздухе производственных помещений, воде водоёмов хозяйственно-питьевого назначения; в почве. В дальнейшем были разработаны ПДК для других канцерогенных веществ, в том числе ПДК асбеста, асбестосодержащих пылей, винилхлорида. Далее были регламентированы нитраты в пищевом рационе и сельскохозяйственных продуктах, внедрена методология оценки канцерогенного риска.

Большое значение Комитет придавал профилактике онкозаболеваемости на предприятиях. Комитет принимал участие в разработке профилактических

мероприятий на предприятиях сланцевой промышленности, асбестодобывающей и асбестоперерабатывающей промышленности, на предприятиях по производству меди, никеля и алюминия, резины, винилхлорида. Комитет принимал участие в работе по снижению канцерогенной опасности табачных изделий, а также занимался и другими вопросами.

В 2017 году была ратифицирована «Конвенции о борьбе с опасностью, вызываемой канцерогенными веществами и агентами в производственных условиях, и мерах профилактики». В соответствии с этой конвенцией наша страна приняла на себя обязательства по защите работников от канцерогенных факторов [32].

Факторы производственной среды и производственные процессы, обладающие канцерогенными свойствами представлены в Приложении 1 (Санитарные правила СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» Приложение 2)

## **Вопросы для самопроверки**

### ***1.1. Классификация канцерогенных факторов***

1. Дайте определение канцерогенным факторам.
2. Как классифицируются канцерогенные факторы по источнику образования, по происхождению, по взаимодействию с ДНК клетки, по характеру действия, по оказанию канцерогенного эффекта?
3. Как классифицируются канцерогенные факторы по классификации МАИР?
4. Почему некоторые ученые считают, что классификации канцерогенных факторов являются условными?

### ***1.2. Природные канцерогены***

1. Какие канцерогены относятся к природным? Приведите примеры.
2. Является ли естественный радиоактивный фон канцерогенным фактором? Обоснуйте ответ.

3. Какой естественный источник в основном формирует эффективную дозу ионизирующего излучения для человека?

### ***1.3. Канцерогены пищевых продуктов***

1. Канцерогены каких групп химических веществ могут содержаться в продуктах питания?

2. Из каких источников попадают в продукты питания канцерогенные полициклические углеводороды?

3. Каким образом нитриты оказываются в организме человека?

4. В какой период года в овощах больше всего содержится нитратов?

5. Для чего используется в пищевой промышленности пищевая добавка E250?

6. Чем опасны микотоксины? Приведите примеры.

7. Какие радионуклиды могут содержаться в корнеплодах и корнях растений после аварии на Чернобыльской АЭС?

8. Каким образом при приготовлении пищи образуется акриламид?

9. Между какими онкозаболеваниями и потреблением алкоголя определена причинно-следственная взаимосвязь?

10. Какая взаимосвязь существует между индексом массы тела и подтипом рака?

11. Влияние кадмия, ртути, свинца, ПАУ, ТХДД на онкозаболеваемость.

### ***1.4. Канцерогены пестицидов***

1. Назовите классификации пестицидов.

2. Каков механизм действия пестицидов?

3. На какие классы делятся пестициды?

4. Расскажите о пестицидах, относящихся к I классу опасности.

5. Почему важно исследование не только отдельные активные вещества, но и различные формы препаратов, включающие эти вещества?

6. Какие виды исследований используются для определения канцерогенных свойств пестицидов?

7. Приведите примеры пестицидов, обладающих канцерогенными свойствами.

8. Назовите пестициды, применение которых в России запрещено. Назовите причины.

9. Какими санитарными правилами регламентированы требования к условиям работы с пестицидами?

10. В каких санитарных правилах представлены требования к оборудованию санитарно-бытовых помещений для работников, контактирующих с пестицидами?

11. Какие пестициды могут использовать физические лица?

12. В каком Федеральном законе говорится о Государственной регистрации пестицидов?

13. Каким документом утвержден Порядок Государственной регистрации пестицидов и агрохимикатов?

#### ***1.5. Канцерогены воды***

1. От чего зависит качество воды хозяйственно-питьевого назначения?

2. Какие канцерогенные вещества могут присутствовать в водопроводной воде?

3. Какие вещества образуются в хлорированной воде при кипячении? Какие онкозаболевания эти вещества могут вызывать?

4. Что надо делать, чтобы снизить содержание канцерогенных веществ при кипячении?

5. Почему необходимо контролировать качество подземных вод?

#### ***1.6. Канцерогены табачного дыма***

1. Между какими онкозаболеваниями и курением определена причинно-следственная взаимосвязь?

2. Какой вред наносит курящий человек здоровью окружающим его людям?

3. Какие вещества содержатся при курении в основном и побочном потоках дыма?

4. Значение принятия Федерального закона от 23 февраля 2013 г. № 15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака» для здоровья населения.

### ***1.7. Канцерогены товаров для детей и подростков***

1. Назовите технические регламенты Таможенного союза по безопасности товаров для детей и подростков.

2. Какая федеральная служба осуществляет надзор и контроль в сфере безопасности игрушек и другой продукции для детей и подростков?

3. Какие проводятся исследования при оценке безопасности продукции для детей и подростков.

4. Назовите вещества, которые находят в некачественной продукции, предназначенной для детей и подростков.

5. Какие онкозаболевания могут вызвать формальдегид, бензол, мышьяк и его соединения; соединения хрома (VI), стирол?

6. Можно ли при соблюдении определенных условий, регламентированных Федеральным законом от 07.02.1992 N 2300-1 «О защите прав потребителей», покупателю вернуть, обменять товар на другой, предназначенный для детей и подростков?

7. Какую информацию должна содержать этикетка на товар для детей и подростков?

8. Укажите действия при покупке товаров для детей и подростков, которые оградят их от воздействия вредных и опасных факторов товаров недобросовестных производителей?

### ***1.8. Канцерогены лекарственных препаратов***

1. Какие лекарственные препараты называются цитостатиками?

2. Укажите основание отнесения части цитостатиков к канцерогенным веществам.

3. Приведите примеры ситуаций загрязнения лекарственных препаратов канцерогенными веществами?

### ***1.9. Канцерогены жилых помещений***

1. Назовите внешние и внутренние источники загрязнений воздуха жилых помещений.

2. Какие канцерогенные вещества могут присутствовать в жилых помещениях?

#### ***1.10. Канцерогены офисных помещений***

1. Назовите внешние и внутренние источники загрязнений воздуха офисных помещений.

2. Какие канцерогенные вещества могут присутствовать в офисных помещениях?

3. Перечислите свойства формальдегида.

#### ***1.11. Канцерогены выбросов автотранспорта***

1. Почему выбросы от автомобилей опасны для состояния здоровья населения?

2. Сколько автомобилей зарегистрировано на территории Российской Федерации на 1.01.2023 года?

3. Для каких веществ выполняется определение показателей выбросов от автотранспорта в соответствии п.23 Методики определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников?

4. Какие наночастицы присутствуют в выбросах автотранспорта?

5. Частицы каких металлов могут содержаться в выбросах автотранспорта?

6. Какие канцерогенные вещества образуются при износе шин и дорожного покрытия?

#### ***1.12. Канцерогены наноматериалов***

1. Назовите основные виды наноматериалов.

2. Каков механизм действия наночастиц?

3. Какое общее свойство объединяет все наноматериалы?

4. В каких отраслях промышленности применяются наноматериалы?

5. Какие наноматериалы чаще всего изготавливаются?

#### ***1.13. Канцерогены промышленных предприятий***

1. Кто описал впервые профессиональный рак?
2. В каких санитарных правилах представлены канцерогенные факторы производственной среды и канцерогенные производственные процессы?
3. Когда была создана Комиссия по канцерогенным веществам и мерам профилактики?
4. Какой ученый долгие годы возглавлял Комиссию по канцерогенным веществам и мерам профилактики?
5. Какова роль Комиссии по канцерогенным веществам и мерам профилактики в деле сохранения здоровья населения?
6. Когда были разработаны и утверждены ПДК бенз(а)пирена в воздухе?
7. В каком городе проходят съезды, конференции и симпозиумы Комиссии по канцерогенным веществам и мерам профилактики?
8. Какие обязательства взяла на себя Россия в связи с ратификацией в 2017 году «Конвенции о борьбе с опасностью, вызываемой канцерогенными веществами и агентами в производственных условиях, и мерах профилактики»?

## Глава II. Воздействие канцерогенных факторов на здоровье населения

### 2.1. Злокачественное перерождение клеток организма

Трансформирование канцерогенами нормальных клеток в злокачественные клетки происходит путем повреждения участков ДНК. При трансформации образуются онкобелки, которые поддерживают информационные каналы управления опухолевым ростом. Злокачественное перерождение тканей приводит к тому, что клетка перестает реагировать на сигналы, препятствующие делению; блокируются сигнальные пути апоптоза, ускоряется синтез дочерней ДНК; происходит накопление мутаций, формируются механизмы инвазии и метастазирования; активируется неоангиогенез; снижается иммунный ответ на возникновение атипичных клеток, возникает воспалительная реакция в области опухоли, активируется аэробный гликолиз, обеспечивающий рост новообразования.

*Нормальная клетка проходит три стадии превращения в опухолевую клетку:* инициации, промоции, прогрессии опухоли.

Одна из причин процесса инициации - нестабильность генома. Накопление мутаций в клетках формирует злокачественный генотип. Основная роль в процессе инициации принадлежит генам-супрессорам, регулирующим клеточный цикл и процесс запрограммированной гибели клеток. Длится стадия инициации от нескольких суток до десятков лет.

В стадии промоции действуют промоторы, активирующие деление опухолевых клеток. В этой стадии клетки становятся «бессмертными», они теряют свойство нормальных клеток ступать в апоптоз. Свойства инвазии и метастазирования не зависят от величины клетки.

В стадии опухолевой прогрессии в результате отбора и конкуренции сохраняются самые приспособленные к развитию в агрессивной среде клоны опухоли. Натуральные киллеры, цитотоксические Т-лимфоциты, макрофаги, дендритные клетки противодействуют опухолевому развитию (рис.16).

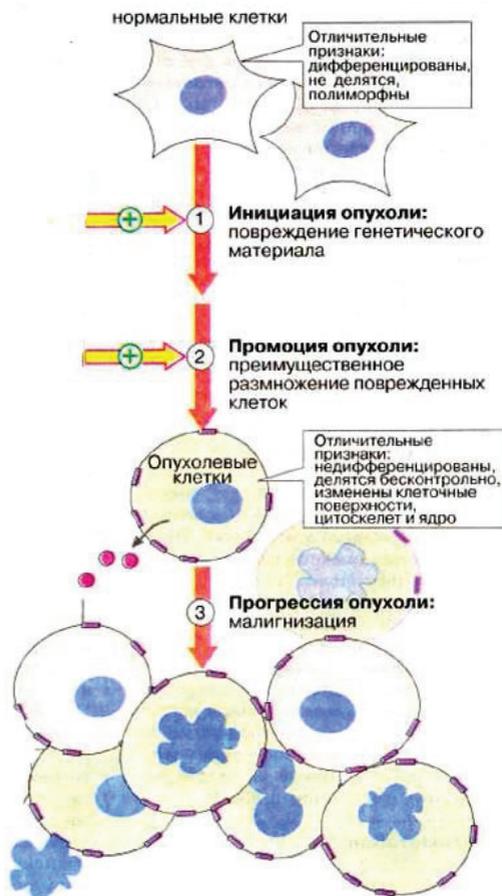


Рис.16. Превращение нормальной клетки в опухолевую. Заимствовано из Интернет-ресурсов

Опухолевые клетки становятся неузнаваемыми для иммунной системы. Если между организмом и новообразованием устанавливается баланс, то злокачественная опухоль может не проявлять себя много лет. В течение своего существования злокачественное новообразование выходит из-под контроля организма, а затем и сама, теряет контроль над процессами развития [72].

## **2.2. Воздействие канцерогенных факторов физической природы**

Физические канцерогенные факторы: ионизирующее излучение; радиоактивные вещества; излучения - солнечное, космическое, ультрафиолетовое.

К этой группе канцерогенных факторов также следует отнести радиочастотные электромагнитные поля (связано с использованием мобильных телефонов), по классификации МАИР относятся к группе 2В [24].

### **2.2.1 Воздействие ионизирующих излучений на организм человека**

Ионизирующие излучения (ИИ) подразделяются на электромагнитные и корпускулярные. Электромагнитные ИИ: гамма-излучение и рентгеновское излучение. Корпускулярные ИИ: бета-частицы, протоны, альфа-частицы и др.) [57, 58].

Механизмы первичных радиационно-химических изменений в организме: взаимодействие ИИ с критическими молекулами, превращающимися после этого в свободные радикалы; косвенное действие – воздействие на биомолекулы энергией продуктов радиолиза воды организма [43].

Особенности действия ионизирующего излучения:

- небольшие количества поглощенной энергии могут вызывать глубокие биологические изменения в организме;
- характерно наличие латентного периода при действии ИИ;
- происходит накопление действия малых доз ИИ;
- ИИ воздействует не только на организм, но и на его потомство;
- чувствительность органов организма разная к воздействию ИИ;
- большие дозы однократных облучений ИИ более опасны, чем многократные облучения в сумме составляющие такие же дозы.

Облучения могут быть: острыми (0,1 Гр/мин и выше) и пролонгированными (доли Гр/ч и ниже); однократными (в течение 1–4 суток) и многократными. Облучения острое и пролонгированное могут быть

однократными и многократными. Хроническое облучение - разновидность многократного облучения, происходящего очень длительно и в малых дозах.

Последствия воздействия ИИ зависят от: суммарной дозы, времени воздействия, вида излучения и другого. Прием антиоксидантов уменьшает воздействие ИИ на организм.

Для производства гормонов щитовидной железе (ЩЗ) необходим йод. Если в окружающей среде повышается уровень радиоактивного йода, а стабильных изотопов йода недостаточно, то ЩЗ захватывает радиоактивный йод. При дефиците в организме кальция, организм поглощает стронций или свинец. При избытке калия человек меньше усваивает цезий-137. Организм человека, подвергшегося воздействию ИИ, ощущает дефицит калия, магния, йода и других микроэлементов.

Источники ионизирующих излучений бывают природные (земная и космическая радиация) и техногенные (медицинское оборудование, радиационно опасные объекты и другое) [43].

Больше всего их в гранитных и вулканических образованиях. Большая часть населения Земли проживает в местах, где мощность дозы облучения составляет от 0,3 до 0,6 мЗв в год, но есть территории, где мощность дозы в десятки и сотни раз больше. Например, горные районы Алтайского края, места радоновых ключей в Иране.

Для населения России почти 60 % суммарной дозы от всех природных источников вносит доза внутреннего облучения за счет ингаляции изотопов радона, торона и их короткоживущих дочерних продуктов распада, содержащихся в воздухе помещений жилых и общественных зданий [23]. Продукты распада радона: полоний-218, висмут-214, свинец-214. Среди причин рака легких радон занимает второе место после курения [43].

**Космическая радиация** состоит из трех источников: галактическая радиация, радиационные пояса Земли и солнечная радиация. Годовая эффективная доза от космического излучения для населения составляет порядка 0,4 мЗв. Доза может меняться в зависимости от высоты над уровнем

моря (0,3-1мЗв). По оценкам Научного комитета по действию атомной радиации ООН средние годовые дозы от естественного излучения составляют 2,4 мЗв. За период с 2001 по 2020 год средняя индивидуальная годовая эффективная доза облучения населения России за счет всех природных источников ИИ составляет 3,36 мЗв/год [23].

Медицинская аппаратура, использующая радиоизотопы, вносят вклад в дозу облучения людей около 15%.

Со второй половины 20 века на планете проведены тысячи с испытаний ядерного и термоядерного оружия, что привело к загрязнению территорий цирконием-95, цезием-137, стронцием-90, углеродом-14 и другими радионуклидами. Изменили радиационную обстановку на Земле и аварии на АЭС и других РОО. Тепловые электростанции (ТЭС) также являются источником радионуклидов [43].

В результате воздействия ионизирующего облучения появляются детерминированные (ОЛБ, ХЛБ, МЛП) и стохастические (вероятностные) эффекты. *Детерминированные эффекты* появляются у большинства людей после облучения ИИ в определенной дозе за определенное время. *Стохастические эффекты* появляются у небольшой части людей после сверхнормативного воздействия ИИ через многие годы в форме генетических нарушений, опухолей, болезней крови и т.д.. Исследования показывают, если доза облучения на все тело меньше 1 Гр, то летальный исход для облученного исключен.

Основные первичные синдромы острой лучевой болезни: костно-мозговой синдром (КМС), орофарингеальный (ОФС), кишечный (КС), поражения кожи и ее придатков. После них формируются вторичные синдромы: геморрагический, вторичного иммунодефицита и инфекционных осложнений, общей интоксикации и т.д. [78].

Хроническая лучевая болезнь характеризуется тремя периодами: формирования (продолжительность месяцы-годы), восстановительным (продолжительность несколько недель-несколько лет после прекращения

облучения), отдалённых осложнений и последствий (наблюдается при выраженных формах ХЛБ).

Для болезни характерны следующие основные синдромы: изменение функции центральной нервной системы, сопровождающейся вегетативно-сосудистыми нарушениями, угнетение кроветворения, особенно лейкопоэза, и геморрагические проявления [44].

Местные лучевые поражения кожи и слизистых оболочек являются одним из самых распространенных видов лучевой патологии при неравномерных и сочетанных вариантах облучения [2].

Виды стохастических эффектов: возникают в соматических клетках, в результате могут возникнуть злокачественные новообразования; возникают в клетках зародышевой ткани половых желез, что может привести к наследуемым нарушениям у потомства облученных людей. Стохастические эффекты не зависят от величины воздействующей дозы ионизирующего излучения [78].

Средняя годовая эффективная доза облучения населения России в 2020 году составила 4,18 мЗв, из которых на природные источники ИИ приходится - 3,36 мЗв; на медицинские источники облучения - 0,81 мЗв; на техногенный фон - 0,007 мЗв; на эксплуатацию техногенных источников ИИ - 0,002 мЗв. Годовые дозы населения самые низкие в Крыму - 2,0 мЗв, самые высокие на Алтае - 9,1 мЗв [23].

### **2.2.2 Воздействие ультрафиолетовых излучений на организм человека**

Интенсивность и спектральный состав ультрафиолетовой части спектра солнечного света постоянно меняются в течение года. Состав спектра также зависит от сезона года, состояния атмосферы, количества водяных паров, аэрозолей, высоты стояния Солнца над горизонтом, от уровня запыленности и загазованности атмосферного воздуха.

Ультрафиолетовое излучение оказывает на организм воздействие деструктивного и фотохимического характера. Ультрафиолетовую часть

спектра по характеру биологического действия разделяют на три области: А (диапазон 315–400 нм, оказывает преимущественно эритемно-загарное действие), В (диапазон 280–315 нм, оказывает D–витаминобразующее, слабое бактерицидное действие) и С (диапазон 100–280 нм, оказывает сильное бактерицидное, D–витаминобразующее действие).

Отрицательное воздействие УФ-излучения может быть острым или хроническим, и как правило, направлено на кожу и глаза. Результатом длительных воздействий УФ-излучения могут быть: дегенеративные изменения клеток кожи, фиброзной ткани и кровеносных сосудов; воспалительная реакция глаз; в серьезных случаях - рак кожи и катаракта [57, 58]. Могут наблюдаться немеланомные раковые заболевания: базальноклеточная и плоскоклеточная карцинома. Летальный исход при этих заболеваниях бывает редко, обычно требуется хирургическое лечение.

Меланомы возникают гораздо реже, часто заканчивается летальным исходом. Основными факторами риска заболевания злокачественной меланомой являются: большое количество родинок у людей со светлой кожей; бледность кожи, голубые глаза и светлые волосы; наличие солнечных ожогов в раннем возрасте [52].

Возникновение рака кожи может быть следствием не только естественной УФ-радиации, но и в результате воздействия источников УФ-излучения на производстве. Отдельные лекарственные препараты и травы, содержащие кумарины, повышают чувствительность кожи к солнечной инсоляции. К таким лекарственным препаратам относятся: тетрациклины, сульфаниламиды, фенотиазины, тиазиды и другие.

Необходимо соблюдать меры защиты при высоком уровне ультрафиолетового индекса (УФИ – показатель, характеризующий уровень УФ-излучения): в дневное время в летний период по возможности пребывать в тени или в помещении; при выходе на открытые пространства использовать очки, одежду и головной убор, применять солнцезащитные кремы и др. [52].

### 2.2.3. Воздействие электромагнитных излучений на организм человека

Электромагнитные излучения (ЭМИ) подразделяются на естественные (космические излучения, излучения Земли и др.) и антропогенные (электрические генераторы, антенны, электротранспорт, линии электропередач, базовые станции сотовой связи, мобильные телефоны, микроволновые печи и другое).

Различают 4 вида ЭМИ: профессиональное, непрофессиональное, в быту, облучение в лечебных целях. Данные таблицы № 2 показывают, что удельный вес не соответствующих гигиеническим нормативам результатов исследований электромагнитных излучений за последние 7 лет, уменьшился. Такая ситуация является следствием усиления производственного контроля, обучения работающих требованиям охраны труда.

Таблица 2

**Удельный вес промышленных предприятий, рабочих мест, транспортных средств, организаций коммунального и социального назначения, детских и подростковых организаций, не соответствующих гигиеническим нормативам по электромагнитным излучениям, % [23]**

Годы/Объекты	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Промышленные предприятия	8,8	8,8	10,8	8,2	11,0	8,9	3,5
Рабочие места промышленных предприятий	4,1	3,8	5,7	6,8	6,4	5,9	2,1
Транспортные средства	0,5	0,5	0,3	0,5	0,2	0,6	0,5
Организации коммунального и социального назначения	7,1	6,2	5,8	6,5	7,1	5,3	2,0
Детские и подростковые организации	6,3	6,3	5,8	6,9	5,9	5,8	2,7

Снижение доли неудовлетворительных результатов электромагнитных излучений радиочастотного диапазона зарегистрировано и на территории жилой застройки Российской Федерации за последние 7 лет (таблица № 3).

Таблица 3

**Удельный вес инструментальных исследований электромагнитных излучений радиочастотного диапазона на территории жилой застройки, не соответствующих гигиеническим нормативам по электромагнитным излучениям, % [23]**

Годы/Вид излучения	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Излучения радиочастотного диапазона	0,8	0,5	0,2	0,7	0,1	0,1	0,1
ЭМП 50 Гц	0,4	0,5	0,4	0,2	0,3	0,4	0,1

Биологическая активность ЭМИ, в основном, определяют: интенсивность и частота излучений; биологическая активность органов, электрические свойства тканей, индивидуальные особенности организма; размеры облучаемой поверхности; длительность облучения.

В зависимости от того, на каком расстоянии находится человек от источника электромагнитных излучений, будет зависеть вид воздействия, которому подвергается человек. На человека может воздействовать сформированная электромагнитная волна, а может подвергаться только составляющими электрической или магнитной ЭМИ.

Даже незначительные уровни ЭМИ способны оказывать влияние на сердечно-сосудистую и центральную нервную системы. Вследствие чего, возможно изменение частоты сердечных сокращений, снижение систолического давления, повышение скорости кровотока, расширение просвета артерий; морфологические изменения тканей, нарушения функций печени, легких, почках, поджелудочной железе и другое. Наиболее чувствительны к воздействию ЭМИ дети и плод в период беременности.

ЭМП могут приводить к изменениям в организме обратимым и необратимым. Обратимые изменения (головные боли, головокружение, слабость, тошноту, изменение ритма сердечных сокращений и артериального давления и другое) могут сохраняться до двух месяцев. Такие изменения обычно наблюдаются при воздействии низких уровней ЭМИ.

Необратимые изменения характеризуются нарушением рефлекторных, физиологических, биологических процессов в организме и регуляции сердечно-сосудистой системы; могут возникать гипотония, развиваться гепатиты, изменяется состав крови. Такие изменения характерны для ЭМИ с сантиметровой и дециметровой длиной волны [70].

В 2011 году МАИР на основе представленных результатов исследования определило радиочастотные электромагнитные поля как возможно канцерогенный фактор для населения (группа 2В), что связано с использованием мобильного телефона. Такое решение основывалось на увеличении риска развития рака мозга - глиомы, рака высокой злокачественности. Увеличение риска составило до 5 раз у людей, которые начали использовать МТ в детском возрасте с 8-10 лет. Исследования на животных показали, что неходжкинская лимфома может быть вызвана воздействием ЭМП РЧ. Многие ученые считают, что сейчас после завершения ряда исследований, появились основания перевести ЭМП РЧ из группы 2В в группу 1 классификации МАИР.

Исследования ученых показывают, что рост заболеваемости раком щитовидной железы (ЩЖ), особенно папиллярного рака типа карцином, связан с воздействием ЭМП мобильной связи на ЩЖ [24].

Электромагнитные поля промышленной частоты 50 Гц (ПЧ) чаще всего окружают нас на работе и в быту. Источники ЭМИ ПЧ: производственное и бытовое электрооборудование переменного тока, подстанции и воздушные линии электропередачи, электротранспорт и другие [57, 58].

Исследования показали, что неблагоприятное воздействие ЭМИ ПЧ приводит к увеличению частоты лейкозов и других злокачественных заболеваний у детей, проживающих вблизи высоковольтных линий. Среди операторов подстанций наблюдается увеличение риска смерти от лейкоза в 2,6 раза, а среди линейного персонала в 1,6 раза. Наблюдается рост относительного риска развития лимфом при профессиональной экспозиции. По классификации

МАИР в 2002 году магнитные поля частотного диапазона 30-300 Гц (ПЧ 50/60 Гц входит в этот диапазон) отнесены к группе 2В по лейкозам для детей.

Электрические поля (ЭП) и магнитные поля (МП) низкочастотных диапазонов действуют на организм путем влияния наведенного электрического тока на возбудимые биологические ткани – нервную и мышечную. ЭП ПЧ нарушает регуляцию физиологических функций организма, воздействуя на различные отделы нервной системы. Для МП ПЧ организм практически «прозрачен». Большинство тканей организма обладает низкой магнитной проницаемостью, и, следовательно, имеют низкую чувствительность к внешнему МП. При воздействии МП ПЧ наблюдается индуцированное ЭП. Наибольшее влияние ЭП и МП ПЧ оказывают на клеточную мембрану [38].

### **2.3. Воздействие канцерогенных факторов химической природы**

Химические вещества – это самый распространенный вид среди загрязнителей биосферы. Исследования ученых показывают, что канцерогены химической природы оказывают воздействие на организм вне зависимости от концентрации веществ. Канцерогены могут действовать на организм местно, а могут действовать на различные органы при любом пути поступления вещества в организм.

Большинство канцерогенов существует в форме проканцерогенов и в печени происходит их превращение в активные формы, которые могут реагировать с белками и нуклеиновыми кислотами. Ферменты детоксикации в печени обладают полиморфизмом и если у них активность низкая, то тогда проканцерогены не превращаются в активные формы и выводятся из организма. Этим можно объяснить различную чувствительность людей к действию различных канцерогенов [74].

Факторы, обладающие канцерогенной активностью, встречаются во многих отраслях промышленности. Производственные процессы могут быть и в целом канцерогенно опасными.

*Примеры мест локализации ЗНО при воздействии канцерогенов химической природы:*

- алюминиевое производство: ПАУ, дёготь - лёгкие, мочевого пузыря;
- плавка меди: мышьяковые смеси – лёгкие;
- производство солей хромовой кислоты, хромовые разработки: соединения хрома - лёгкие, придаточные пазухи носа;
- железо и выплавка стали: не идентифицировано – лёгкие;
- очистка никеля: никелевые смеси - лёгкие, придаточные пазухи носа;
- травление: пары неорганической кислоты, содержащие сернистую кислоту -гортань, лёгкие;
- производство винилхлорида: мономер винилхлорида - придаточные пазухи носа;
- изопропилакогольное производство: соединения хрома - лёгкие, придаточные пазухи носа;
- производство пигментов солей хромовой кислоты: бензидин, 2-нафтиламин, 4-аминобифенил – мочевого пузыря;
- красильное производство: ароматические амины - мочевого пузыря;
- золотоазотное производство: аурамин и другие ароматические амины, используемые в процессе – мочевого пузыря;
- виноградарство, при котором используются мышьяковые инсектициды: мышьяковые соединения – лёгкие, кожа;
- рыболовство: ультрафиолетовое облучение – кожа, губы;
- добыча и дробление талька: тальк, содержащий асбестоформные волокна – лёгкие;
- добыча мышьяка: мышьяковые смеси – лёгкие, кожа;
- добыча железной руды: продукты распада радона – лёгкие;
- добыча асбеста: асбест - лёгкие, мезотелиома плевры и брюшины;
- добыча урана: продукты распада радона – лёгкие;
- обувная промышленность: кожаная пыль, бензин - придаточные пазухи носа, лейкемия;

- производство мебели и офисной мебели: древесная пыль - придаточные пазухи носа;

- работы в портах, доках, моторостроительных и железнодорожных производствах: асбест - лёгкие, мезотелиома плевры и брюшины;

- коксовое производство: бензопирен – лёгкие;

- работы на предприятиях газовой промышленности: продукты обжига угля, 2-нафтиламин - лёгкие, мочевого пузырь, мошонка;

- работы в газовых котельных: ароматические амины - мочевого пузырь;

- работы изоляционщиков: асбест - лёгкие, мезотелиома плевры и брюшины;

- кровельные работы, работы по асфальтированию: ПАУ – лёгкие;

- работа медицинского персонала: ионизирующая радиация – кожа, лейкемия [42].

Также злокачественные новообразования могут вызывать сырьё, продукты переработки сырья и т.д.:

Продукты переработки нефти и каменноугольной смолы вызывают, в частности, развитие рака гортани и полости носа.

Продукты, выделяющиеся при рафинировании никеля, при обработке дерева в деревоотделочном и особенно мебельном производстве влияют на происхождение рака полости носа и придаточных пазух.

Для никелевого производства особо специфично поражение решетчатого лабиринта.

У 0,53 на 100 тыс. мужчин и у 0,26 на 100 тыс. женщин регистрируется рак носовой полости и придаточных пазух носа, вызванных воздействием соединений никеля и хрома; древесной пыли, содержащей формальдегид; пестицидами, смазочно-охлаждающими жидкостями и ипритом.

Основная причина смерти от онкозаболеваний у мужчин – смерть от рака легкого, в основном, в результате курения. Рак легкого также могут вызвать воздействия асбеста, соединений мышьяка, никеля, шестивалентного хрома, хлорметилового эфира, иприта, канцерогенных полициклических

ароматических углеводов, радона, бериллия и его соединений, кадмия и его соединений, бихлорметилового и хлорметилового эфиров.

Злокачественную мезотелиома плевры вызывает асбест. Особенно опасны асбесты амфиболовой группы.

Для бенз(а)пирена (БП) и других ПАУ органами-мишенями для развития злокачественных опухолей являются органы дыхания, кожа, желудок. БП поступает в организм разными путями, основной путь – ингаляционный, но также может поступать и через кожу и пероральным путем. БП обладает местным и системным канцерогенным эффектом.

БП в 5,98% пробах атмосферного воздуха России регистрировался с превышением ПДК на территориях Забайкальского края, Республики Бурятия, Красноярского края, Кемеровской области и других [23].

На угольных и графитовых производствах существует риск развития злокачественных новообразований органов дыхания и пищеварения [30, 50]; на производствах чугуна - рака полости рта, глотки, желудка и других органов [6].

## **2.4. Воздействие канцерогенных факторов биологической природы**

Согласно вирусогенетической концепции Л.А.Зильбера злокачественные новообразования возникают в результате интеграции генома эукариотической клетки с экзогенным генетическим материалом. Любая клетка содержит информацию, необходимую для образования эндогенного вируса, следовательно, потенциально может образовывать вирус.

Провирусы или вирогены – это гены, являющиеся частью нормального клеточного генома, способные кодировать образование компонентов эндогенных вирусов. Наследуются такие гены по законам Менделя, то есть как обычные гены. Вирогены при воздействии определенных факторов способны инициировать онкозаболевание. В одной клетке может быть несколько вирогенов.

Кроме эндогенных вирусов обнаружены экзогенные онкогенные вирусы.

***Онкогенные вирусы делятся на:***

1) на ДНК-содержащие вирусы: папилломавирусы; аденовирусы (не вызывают онкозаболевания), герпесвирусы, гепаднавирусы;

2) РНК-содержащие вирусы: вирус Т-клеточного лимфолейкоза взрослых, вирус гепатита С и вирус иммунодефицита человека.

1. Вирус папилломы человека может стать причиной онкозаболеваний: цервикально-интраэпителиальной неоплазмы и рака шейки матки; может вызвать редкое заболевание кожи дисплазию Левандовского.

2. Опухоли, связанные с вирусом герпеса: рак шейки матки, лимфома Беркитта и назофарингеальный рак. Вирус Эпштейна-Барра (вирус герпеса человека 4 типа) вызывает африканскую лимфому Беркитта и недифференцированную назофарингеальную карциному. Кроме того, что сам вирус Эпштейна-Барра является этиологическим фактором для лимфомы Ходжкина.

3. По данным ВОЗ порядка 80% всех первичных злокачественных опухолей печени вызваны вирусами гепатита. Эти вирусы приводят к возникновению гепатоцеллюлярного рака.

4. Человеческий вирус Т-клеточной лейкемии вызывает Т-клеточный лейкоз.

5. Вирус гепатита С является причиной развития гепатоцеллюлярной карциномы; повышает риск развития неходжкинских лимфом; инициирует рак щитовидной железы.

6. Иммунодефицит, обусловленный ВИЧ-инфекцией, благоприятствует проявлению канцерогенности других вирусов - вируса папилломы человека, вируса Эпштейна-Барра, гепатитов В и С и других, и принимает сам непосредственное участие в канцерогенезе. Вирус иммунодефицита человека по классификации МАИР относится к группе 1. Наиболее частые онкозаболевания на фоне ВИЧ/СПИД: саркома Капоши, неходжкинские лимфомы, рак шейки матки, ректальный и анальный рак, рак языка, болезнь Ходжкина, гепатоцеллюлярная карцинома [5].

Бактерии имеют огромное значение в жизни всего живого, в том числе и человека. Микрофлора кишечника по активности химических превращений веществ не уступает печени. Исследования показывают огромную роль кишечной микрофлоры в возникновении злокачественных новообразований, что связано со способностью кишечных бактерий образовывать канцерогены или коканцерогены из пищевых компонентов или из кишечных секретов, участвовать в метаболизме экзогенных канцерогенов. Например, продукты бактериального метаболизма триптофан и тирозин обладают прямым канцерогенным действием.

Инфицирование *Helicobacter pylori* является причиной рака желудка. Механизм канцерогенеза с участием *Helicobacter pylori* связан со способностью бактерий усиливать процессы пролиферации эпителиальных клеток [64].

Больные с *Helicobacter*-инфекцией, в основном предъявляют жалобы на острые, ноющие, тупые боли в области желудка и двенадцатиперстной кишки. Они испытывают дискомфорт после приема пищи и натошак; появляются тошнота, рвота, отрыжка, изжога, кровоточивость десен. У таких больных отсутствует аппетит (рис.17).

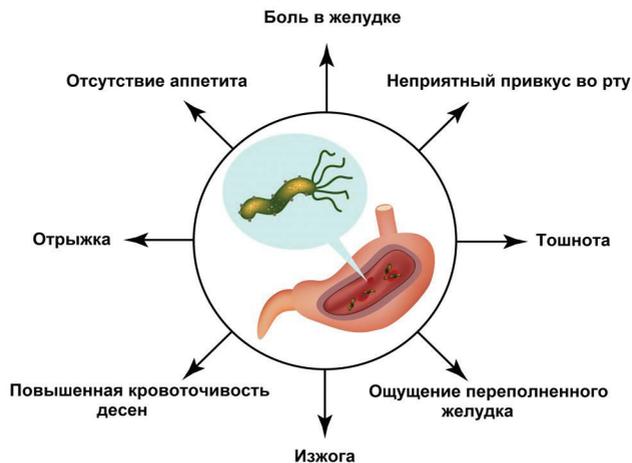


Рис.17 Симптомы хеликобактериоза. Заимствовано из Интернет-ресурсов.

По данным многих авторов, более 40 видов паразитов канцерогенны для человека и животных. Один из возбудителей описторхоза - *Opisthorchis viverrini* - отнесен по классификации МАИР к группе 1. Приводятся в литературе данные о возможности влияния возбудителей описторхоза на развитие рака поджелудочной железы и пузырного протока. В ряде случаев описторхисы создают очаги вирусной инфекции в желчных ходах хозяина и, инфицируясь, сами становятся ее резервуарами. При сочетанном действии вирусов и гельминтов усиливается пролиферация клеток желчных ходов, которая может быть не только патогенетическим звеном, но и причиной опухолевой прогрессии.

По мнению многих авторов, элементы злокачественных новообразований становятся «инородным телом» в сформировавшем их организме и питаются за его счет, как паразиты; размножающиеся раковые клетки приобретают способность к проникновению в соседние ткани, подобно некоторым простейшим; расплавляют их клетки, как дизентерийные амебы, и отравляют организм хозяина токсическими метаболитами, что присуще многим паразитам. При экспериментальном воздействии вытяжек из злокачественных образований у иммунизированных животных угнетается выработка антител и фагоцитарная активность лейкоцитов (аналогично токсинам гельминтов). Многие исследователи усматривают сходство биохимических процессов, происходящих у эндопаразитов и в злокачественных опухолях, как результат условий существования тех и других.

Согласно оценке ВОЗ 1,5 млн новых случаев рака ежегодно можно избежать, профилируя паразитозы. До сих пор этой важной проблеме уделяется мало внимания. Необходимы комплексные исследования в этой области, которые смогут обеспечить успех в развитии теоретической и практической онкологии, внесут существенный вклад в разработку профилактики паразитарных заболеваний [12, 53].

## 2.5. Онкогенетика

Онкогенетика - раздел онкологии, изучающий роль генетических факторов в этиологии и патогенезе опухолей, а также разрабатывающий методы диагностики, профилактики и лечения злокачественных новообразований на основании молекулярно-генетических данных.

Порядка 10% всех злокачественных новообразований являются моногенными наследственными болезнями с аутосомно-доминантным типом наследования. В онкологии и онкогенетике большее внимание уделяется изучению ЗНО, которые отличаются быстрым ростом, инвазией и метастазированием [48].

Частота носителей раковых мутаций намного выше по сравнению с встречаемостью классических наследственных болезней. Часто носители раковых мутаций становятся жертвами. Индивидуальный риск рака на протяжении всей жизни составляет 40-50 %. Большинство опухолей манифестируют в пожилом возрасте, когда накапливается критическое количество мутаций. Наследственные опухоли проявляются на 20-25 лет раньше, чем обычные раки. У излечившихся пациентов могут появиться новые злокачественные опухоли.

При диагностике необходимо уделять внимание семейному онкологическому анамнезу. Некоторые ученые считают, что индивидуальный риск возникновения онкологического заболевания у носителей мутаций достигает 90 % к возрасту 70 лет. Количество наследственных синдромов несколько десятков. Наиболее частыми синдромами являются рак молочной железы и яичников, неполипозный рак толстой кишки.

Определение наследственных рисков раков необходимо не только для ранней диагностики заболевания, но и для определения лечения пациента, так как наследственные раки лечатся часто не так, как обычные спорадические раки. Как показали исследования большое значение в диагностике и лечении наследственных раков имеет этнический аспект [34].

В каждой клетке организма есть проонкогены – собственные гены клеток, несущие информацию о структуре белков, участвующих в регуляции клеточного деления. Проонкогены необходимы нормальной клетке для позитивного контроля клеточного роста. Они контролируются сигнальными системами. Появились проонкогены давно – более 800 миллионов лет назад до разделения насекомых и хордовых.

Онкогены образуются в мутантных аллелях (различных формах одного и того же гена, расположенных в одинаковых участках гомологичных хромосом) проонкогенов. Для злокачественной трансформации клетки достаточно одного мутантного аллеля. Мутации в генах онкосупрессоров или протоонкогенов приводят к возникновению наследственных опухолевых синдромов (НОС).

Наследственные опухолевые синдромы характеризуются:

- ранним возникновением - НОС формируется на 20-25 лет раньше, чем того же типа спорадический рак;
- появлением НОС после пика репродуктивной активности;
- сохранением высокого риска возникновения новых злокачественных неоплазм после лечения ЗНО;
- высоким риском появления специфических ЗНО (80-100 %);
- доминантным типом наследования;
- высокой частотой встречаемости ЗНО среди родственников;
- специфичностью морфологических и иммуногистохимических особенностей;
- меньшей гетерогенностью вида клеток относительно спорадических ЗНО.

Самый частый НОС - рак молочной железы, частота встречаемости которого достигает 1:400. Также частым НОС является нейрофиброматоз I типа, частота встречаемости 1:3000. Частота встречаемости туберозного склероза 1:6000; наследственной ретинобластомы – 1:10000; синдрома Гиппеля-Линдау – 1:36000; нейрофиброматоза II типа - 1:40000; синдрома Луи-Бар (атаксия-телеангиэктазия) – от 1:40000 до 1:100000; синдрома Горлина-

Гольца (первично-множественного базальноклеточного рака) – 1:100000; синдром Пейтца-Егерса - от 1:50000 до 1:200000 новорожденных; наследственной опухоли Вильмса (нефробластомы) - 1:100000; синдрома Коудена - 1:200000; синдрома Ли-Фраумени – в описано всего 500 случаев.

Спорадические ЗНО могут вызываться мутациями в генах, вызывающих наследственные опухолевые синдромы.

## **2.6. Проблемы экспертизы профессионального канцерогенного риска**

Длительность латентного периода, воздействие одновременно нескольких канцерогенов, как производственных, так и бытовых, отсутствие специфических симптомов; меры, направленные в первую очередь на выживаемость пациента, а не на исследования влияния профессиональных факторов, усложняют экспертизу связи заболевания с профессией [5].

Поэтому при постановке диагноза профессионального заболевания необходимо учитывать следующие факторы: избирательность поражения, длительность экспозиции канцерогена; присутствие фоновых и предопухолевых заболеваний; длительный латентный период развития опухолей [30, 50].

Ряд ученых предлагают следующие практические подходы при экспертизе профессиональных ЗНО: конкретизация списка профессиональных заболеваний, взаимоувязанного с данными о локализации ЗНО; возможность коррекции списка профессиональных заболеваний; учет индивидуального канцерогенного риска; оценка пожизненной дополнительной вероятности развития ЗНО в постконтактный период [65].

В настоящее время доказательная информация по канцерогенной опасности профессиональных факторов содержится в следующих документах: в руководстве Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»; в «Перечне профессиональных заболеваний», утвержденном приказе Минздравсоцразвития России от 27.04.2012 №417н; в «Перечне

профессиональных заболеваний» (пересмотр 2010 года), Рекомендации МОТ от 20 июня 2002 года №194.

Выявлению профессиональных онкозаболеваний способствуют обязательные медицинские осмотры и диспансеризация взрослого населения. Обязательные медицинские осмотры проводятся в соответствии с «Порядком...», утвержденным Приказом Минздрава России от 28.01.2021 N 29н; диспансеризация населения проводится в соответствии с «Порядком...», утвержденным Приказом Минздрава России от 27.04.2021 г. № 404н. В соответствии с этим Порядком граждане 18-39 лет проходят диспансеризацию 1 раз в 3 года; граждане возраста 40 лет и старше – каждый год. Диспансеризация проводится в два этапа: на первом этапе определяются факторы риска онкозаболеваний, клинические признаки, медицинские показания для проведения дополнительных обследований; на втором этапе проводятся дополнительные обследования; при необходимости пациент направляется на консультацию к врачу-онкологу.

Приказом Минздрава РФ от 23 декабря 1996 года №420 создан Государственный раковый регистр, целью которого является автоматизированный персональный учет пациентов с онкозаболеваниями.

По профилю «Онкология» утверждены стандарты оказания медицинской помощи при заболеваниях многими злокачественными новообразованиями.

В 2021 году вышел приказ Минздрава РФ №116 «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи взрослому населению при онкологических заболеваниях», в соответствии с которым медицинская помощь населению совершенствуется: разрабатываются региональные правила маршрутизации пациентов с указанием перечня медицинских учреждений, в которые направляется пациент для диагностики и лечения; закрепляются медицинские организации, оказывающие специализированную помощь; определяются заболевания, при которых должны проводиться телемедицинские консультации, в том числе с медицинскими организациями федерального уровня и исследовательскими центрами.

В Российской Федерации ведется большая работа, направленная на предупреждение и снижение онкологической заболеваемости, но в дальнейшем требуется постоянная корректировка и принятие новых законодательных актов в связи с совершенствованием методов диагностики и лечения, развитием медицинской науки, продолжающемся ростом онкологических заболеваний, увеличением антропогенной нагрузки окружающей среды с участием канцерогенных факторов [18].

## **2.7. Определение статуса пострадавшего от радиационного воздействия**

Термин «Пострадавший от радиационного воздействия человек» широко используется не только в законодательных документах, но и в научной литературе. Статус пострадавшего в соответствии с законодательством Российской Федерации предполагает право на компенсацию за причиненный ущерб здоровью. Прежде всего, это касается людей, подвергшихся аварийному облучению.

Для решения социально-экономических и медицинских проблем категория пострадавших людей должна быть определена на основе объективных унифицированных критериев. Практика идентификации людей, пострадавших от радиационного воздействия, в соответствии с действующим законодательством предполагает установление причинной связи заболеваний и инвалидности у отдельных категорий облученных людей.

Для решения этой задачи созданы Межведомственные экспертные советы (МЭС). Более 30 лет эксперты МЭС, используют рекомендуемый перечень заболеваний, для которых доказана связь с радиационным воздействием. В последние годы активно разрабатываются новые биотехнологии, которые позволяют анализировать геном, протеом, метаболом и выявлять субклинические радиационные повреждения на уровне клетки и ткани [1].

Практика социальной защиты людей, пострадавших от радиационного воздействия, существует в ряде стран. В Российской Федерации право на

компенсацию ущерба здоровью, причиненного облучением, реализуется в соответствии с принципом дифференциации правового регулирования в сфере социального обеспечения населения.

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 21 января 2022 г. № 24 право на денежные компенсации имеют ликвидаторы и население, которые подверглись облучению вследствие аварий на Производственном объединении «Маяк» и Чернобыльской АЭС, сбросов радиоактивных отходов в р. Течу; а также граждане, подвергшиеся радиационному воздействию вследствие испытаний ядерного оружия на Семипалатинском полигоне и принимавшие участие в действиях подразделений особого риска.

Заявитель нередко рассматривает факт своего облучения и наличие документа, подтверждающего полученную дозу облучения, как доказательства того, что он является пострадавшим. На самом деле поглощенная доза чрезвычайно важна для принятия решения экспертами МЭС, особенно в отношении детерминированных эффектов. Она рассматривается экспертами как критерий степени радиационного воздействия, но не является критерием ущерба здоровью облученному человеку.

Как правило, в МЭС представляется документ с эффективной дозой облучения, которая имеет лишь оценочное значение для экспертов, поскольку предложена Международной комиссией по радиационной защите (МКРЗ) исключительно для целей радиационной защиты. Результаты оценки поглощенной дозы и биологической дозиметрии представляются в МЭС чрезвычайно редко [1].

## **Вопросы для самопроверки**

### ***2.1. Злокачественное перерождение клеток организма***

1. Стадии превращения нормальной клетки в опухолевую клетку.
2. Назовите причины процесса инициации клетки.
3. Чем характеризуется стадия промоции клетки.

4. Какие клетки организма противодействуют опухолевому развитию в стадии опухолевой прогрессии.

## **2.2. Воздействие канцерогенных факторов физической природы**

1. Назовите физические канцерогенные факторы.

### *Воздействие на организм человека ионизирующих излучений*

1. Какие излучения относятся к ионизирующим.

2. Механизмы первичных радиационно-химических изменений.

3. Особенности действия ионизирующего излучения.

4. Дайте характеристику острому, пролонгированному, однократному, многократному воздействию ионизирующего облучения.

5. От каких факторов зависят последствия воздействия ионизирующих облучений?

6. Что происходит в организме при дефиците стабильных ионов йода и избытке радиоактивного йода в окружающей среде.

7. Дайте характеристику газу радону и его роли в биосфере.

8. Назовите составляющие космической радиации.

9. Как изменился радиационный фон Земли в связи с испытанием ядерного и термоядерного оружия?

10. Дайте характеристику детерминированным эффектам.

11. Что такое стохастические эффекты?

### *Воздействие ультрафиолетовых излучений на организм человека*

1. Какие факторы влияют на состав спектра ультрафиолетового излучения?

2. Каким образом влияет ультрафиолетовое излучение на организм?

3. Как делится спектр ультрафиолетового излучения по характеру биологического действия?

4. Какие виды онкозаболеваний могут возникнуть у человека при воздействии избытка ультрафиолетового излучения?

5. Назовите лекарственные препараты и травы, повышающие чувствительность кожи к солнечной инсоляции.

6. Расскажите о мерах защиты от ультрафиолетового излучения.

*Воздействие электромагнитных излучений на организм человека*

1. На какие виды подразделяются электромагнитные излучения?

2. От каких факторов зависит биологическая активность электромагнитных излучений?

3. На какие органы и системы организма человека воздействуют электромагнитные излучения?

4. На каком основании МАИР определило радиочастотные электромагнитные поля в группу 2B?

5. Назовите источники электромагнитных излучений промышленной частоты.

6. Как влияют электромагнитные излучения промышленной частоты на организм человека?

### ***2.3. Воздействие канцерогенных факторов химической природы***

1. Приведите примеры мест локализации ЗНО при воздействии канцерогенов химической природы.

2. Какие злокачественные новообразования вызывают продукты переработки нефти и каменноугольной смолы?

3. Назовите причины смерти людей от рака легкого.

4. На какие органы-мишени воздействует бенз(а)пирен?

5. Какие онкозаболевания диагностируются у работников, занятых в производстве хрома и бихроматов?

6. Перечислите канцерогены, обуславливающие онкоопасность на производствах чугуна, стали и литья из них.

### ***2.4. Воздействие канцерогенных факторов биологической природы***

1. Вирусогенетическая концепция Л.А.Зильбера.

2. Что такое вирогены? Какова их роль в организме?

3. На какие группы делятся онкогенные вирусы?

4. Как проявляется ооконность вируса папилломы человека?

5. Назовите злокачественные заболевания, связанные с вирусом герпеса.

6. Причиной каких онкозаболеваний является вирус гепатита С?
7. Какова роль ВИЧ-инфекции в возникновении онкозаболеваний у человека?
8. Роль микрофлоры кишечника в возникновении онкопатологии.
8. К каким онкозаболеваниям может привести инфицирование *Helicobacter pylori*?
9. Назовите причины определения одного из возбудителей описторхоза - *Opisthorchis viverrini* - к группе 1 по классификации МАИР.
10. В чем состоит сходство биохимических процессов, происходящих у эндопаразитов и в злокачественных опухолях?

### **2.5. Онкогенетика**

1. Дайте характеристику разделу онкологии «Онкогенетика».
2. Какой индивидуальный риск рака на протяжении всей жизни?
3. В какие периоды жизни появляются наследственные злокачественные опухоли?
4. Для чего необходимо определять наследственные риски онкозаболеваний?
5. Какими признаками характеризуются наследственные опухолевые синдромы?
6. Приведите примеры наследственных опухолевых синдромов.

### **2.6. Проблемы экспертизы профессионального канцерогенного риска**

1. Почему сложно выполнять экспертизу профессиональных онкозаболеваний?
2. Какие факторы необходимо учитывать при решении вопроса о профессиональном генезе заболевания?
3. Какие практические подходы необходимо использовать при экспертизе профессиональных злокачественных новообразований?
4. В каких документах содержится доказательная информация по канцерогенной опасности профессиональных факторов?

***2.7. Определение статуса пострадавшего от радиационного воздействия***

1. Для каких целей созданы Межведомственные экспертные советы?
2. В соответствии с каким принципом реализуется в Российской Федерации право на компенсацию ущерба здоровью, причиненного облучением ионизирующим излучением?
2. Какое значение имеет полученная доза облучения для принятия решения экспертами МЭС?

## Глава III. Чрезвычайные ситуации на канцерогеноопасных объектах

### 3.1. Источники чрезвычайных ситуаций техногенного характера

Под чрезвычайной ситуацией понимается обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Источники чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах принято делить на внутренние и внешние. Внутренние источники связаны с нарушением технологических регламентов производства, с износом производственных фондов, с неисправностью транспортных средств, с низкой трудовой дисциплиной и другое.

Внешние источники чрезвычайных ситуаций могут происходить из-за стихийных бедствий, диверсий, террористических актов, военных конфликтов и т.д. [15, 59].

### 3.2. Чрезвычайные ситуации на радиационно опасных объектах

*Радиационно опасный объект (РОО)* - объект, на котором хранят, перерабатывают или транспортируют радиоактивные вещества, при аварии или разрушении которых может произойти облучение ионизирующим излучением или радиоактивное загрязнение людей, сельскохозяйственных животных, растений, объектов экономики и окружающей природной среды.

К радиационно опасным объектам относятся: атомные станции (АС), предприятия ядерного топливного цикла, объекты с ядерными энергетическими установками; исследовательские ядерные реакторы; ядерные боеприпасы и склады для их хранения и т.д. [15, 59].

В 2020 году в России в 2020 году 34 организации относились к I категории потенциальной радиационной опасности, при аварии на которых возможно аварийное радиационное воздействие на население [23].

**Радиационная авария** - авария на РОО, приводящая к выходу или выбросу радиоактивных веществ и (или) ионизирующих излучений за предусмотренные проектом для нормальной эксплуатации данного объекта границы в количествах, превышающих установленные пределы безопасности его эксплуатации.

Существует два вида аварий на АС: запроектные (гипотетические) и проектные (максимально-проектные) аварии.

**Запроектная авария** вызывается не учитываемыми для проектных аварий исходными событиями и сопровождается дополнительными по сравнению с проектными авариями отказами систем безопасности и реализацией ошибочных решений персонала, приводящих к тяжелым последствиям. При такой аварии реактора частично или полностью расплавляется активная зона, а защита АС не обеспечивается штатными системами. Это может быть, в частности, при разрушении реактора вследствие взрывного воздействия.

Под **максимально-проектной аварией** понимается авария без оплавления топлива, но с частичной разгерметизацией тепловыделяющих элементов при нормальном срабатывании систем аварийного охлаждения активной зоны. Для ее локализации достаточно использования предусмотренных проектных решений.

По уровню эквивалентной дозы за первые 10 суток радиационные аварии делятся на следующие классы: класс 1 - менее 0,14 мЗв (миллизиверт); класс 2 - 0,14-5мЗв; класс 3 - 5-50 мЗв; класс 4 - свыше 50 мЗв.

В зависимости от границ зон распространения радиоактивных веществ и радиационных последствий аварии делятся на пять типов: локальные, местные, территориальные, региональные, трансграничные [15, 59].

### 3.2.1. Кыштымская радиационная авария

Впервые об аварии под Кыштымом сообщила 13 апреля 1958 года копенгагенская газета «Берлингске Туденде». В ней говорилось, что произошла авария во время ядерных испытаний в СССР. На самом деле произошли следующие события в 16 часов 22 минуты 29 сентября 1957 года в воскресный день на Государственном химическом заводе им. Менделеева: взорвалась одна емкость с 70 тоннами высокоактивных жидких радиоактивных отходов. Емкость находилась в бетонном сооружении, толщина стен которого составляла около 1 метра. Бетонная плита, прикрывающее сооружение весом 160 тонн была отброшена взрывом на расстояние 25 метров. Взрывом также были сорваны и смещены в стороны бетонные крышки с других сооружений. Радиоактивность содержимого взорвавшейся емкости составляла 20 млн. кюри, из них 10% было поднято на высоту до 1 км.

В зону радиоактивного облака попали: ряд промышленных объектов, пожарная часть, военные городки, лагерь заключенных. Сильный юго-западный ветер способствовал загрязнению более 20 тыс. км<sup>2</sup> Челябинской, Свердловской и Тюменской областей. Через 6-8 часов после взрыва радиоактивное облако достигло города Тюмени.

Короткоживущие радионуклиды распались в течение первых дней, но долгоживущие, такие, как стронций-90 сформировали многолетние дозовые нагрузки. Большие дозовые нагрузки получили военнослужащие войсковой части, поднятые по тревоге в зону оцепления. По международной шкале ядерных событий Кыштымская радиационная авария относится к шестому уровню по семибальной шкале [71].

Среднегодовая удельная активность стронция-90 в реке Теча (п. Муслимово, Челябинская область), куда сливались радиоактивные отходы во время эксплуатации предприятия, на котором произошла авария, на 3 порядка превышает фоновый уровень для рек Российской Федерации [23].

Последствия и данные о самой аварии многие годы скрывались. В настоящее время появились сведения об аварии, но полная информация о

влиянии радиации на состояние здоровья пострадавших во время аварии отсутствует.

### 3.2.2. Чернобыльская авария

Чернобыльская авария произошла 26 апреля 1986 года в 1 час 23 минут при испытании турбогенератора Чернобыльской АЭС (ЧАЭС). Ситуация складывалась следующим образом: произошел гидравлический удар из-за избыточного давления в тепловых каналах. Гидравлический удар разрушил часть тепловых каналов. Сдвинувшись, тяжелая конструкция над верхней частью герметичного реакторного пространства разрушила большую часть тепловых каналов и пароводяных коммуникаций над активной зоной, а также узлы стержней управления защитой реактора (СУЗ). В результате двух взрывов, сорвавших крышу со здания блока, в 1 час 24 минуты остановились стержни СУЗ, не дойдя до нижних концевиков. Материалы горячего реактора были выброшены и упали на верхнюю часть здания и на территорию АЭС. В реакторном пространстве загорелся графит.

Из 4-го блока АЭС было выброшено около  $14 \times 10^{18}$  Бк радионуклидов. Дозы облучения населения в основном формировались йодом -131 и цезием – 137. Более 200 тыс. км<sup>2</sup> территории Европы было загрязнено цезием-137 свыше 37 кБк/м<sup>2</sup>, из них около 70 % загрязненных территорий находились в Белоруссии, России, Украине [55] (рис.18).



Рис. 18. 4-ый энергоблок Чернобыльской АЭС. Заимствовано из Интернет-ресурсов.

Участвовали в аварийных работах около 350 тыс. человек – сотрудники ЧАЭС, военнослужащие, местная милиция и пожарные. Позже число ликвидаторов увеличилось до 600 тыс. человек. Эвакуация и переселение 340 тыс. человек из загрязненных территорий значительно снизила отрицательное воздействие ионизирующего излучения на здоровье населения. Однако авария оказала значительное влияние на здоровье людей, и окружающую среду [8].

После Чернобыльской аварии многие люди получили большие дозы радиации, вследствие чего у 134 сотрудников станции и аварийных работников была зарегистрирована ОЛБ, 28 человек из этой группы погибли; 19 человек, переживших ОЛБ, умерли до 2006 года; 6 тыс. человек, заболели раком щитовидной железы [51].

Увеличилась заболеваемость раком щитовидной железы среди лиц, облученных в детском и подростковом возрасте. Экономические потери пострадавших стран оцениваются в сотни миллиардов долларов США [55].

К зонам радиоактивного загрязнения, образовавшимся в результате аварии на Чернобыльской АЭС, в настоящее время относятся 3 855 населенных пунктов с населением более 1,5 млн человек. Радиационная обстановка на этих территориях определяется радионуклидом цезием-137 [23]. По международной шкале ядерных событий Чернобыльская радиационная авария относится к седьмому уровню по семибалльной шкале.

### **3.2.3. Другие радиационные аварии**

Несколько радиационных аварий произошло на атомных подводных лодках (АПЛ). Так, в 1961 году в Северной Атлантике на советской АПЛ К-19 произошла разгерметизация реактора; погибли 8 человек, а затем в последующие годы еще 20. В 1968 году в Баренцевом море авария произошла на АПЛ К-27, из-за высоких доз облучения погибли 9 человек. В 1983 году у берегов Камчатки затонула АПЛ-429, погибли 14 человек. В 2000 году в Баренцевом море затонула АПЛ К-141 «Курск», погибло 118 человек.

В 1985 году 10 августа на АПЛ К-431, находящейся на судоремонтном заводе в дальневосточной бухте Чажма произошел мощный взрыв; из реактора было выброшено радиоактивное содержимое. При аварии 10 человек погибли, у 10 человек была выявлена ОЛБ [35].

Самая крупная авария в США на АЭС «Тримал-Айленд» (штат Пенсильвания) произошла 28 марта 1979 года. Территория, атмосферный воздух, река были загрязнены радионуклидами. Эвакуированы были около 200 тыс. человек. В Великобритании авария на АЭС «Уинд Скейл» произошла в 1957 году; погибли 13 человек; пострадали 260 человек.

Крупная авария на АЭС Фукусима-1 в Японии произошла в 2011 году из-за сильного землетрясения и цунами. При аварии в атмосферу попало радиоактивного цезия-137 в 168 раз больше, чем при взрыве ядерной бомбы в Хиросиме в 1945 г. После аварии в пробах воды в океане у берегов Фукусимы уровень цезия-137 превышал доаварийный в 50 млн раз. Из опасной зоны в радиусе 50 км были эвакуированы около 300 тыс. человек. Средняя эффективная доза эвакуированного населения составила 6-10 мЗв за первый год после аварии. В радиусе 20 км от станции сохраняется зона отчуждения. По международной шкале ядерных событий авария на АЭС Фукусима-1 относится к седьмому уровню по семибалльной шкале [43].

### **3.3. Чрезвычайные ситуации на химически опасных объектах**

**Химически опасный объект (ХОО)** - опасный производственный объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют опасные химические вещества, при аварии на котором или при разрушении которого может произойти гибель или химическое поражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также химическое заражение окружающей природной среды. Аварии на ХОО могут возникнуть не только на производстве, но и при транспортировке аварийно химически опасных веществ (АХОВ). Масштабы и последствия аварий на ХОО зависят от физических свойств АХОВ и метеоусловий и т.д..

Одна из самых крупных аварий на химическом предприятии произошла в ночь со 2 на 3 декабря 1984 года в городе Бхопале (Индия) на заводе по производству пестицидов Union Carbide India Limited (UCIL) из-за попадания воды в резервуар с 40 тоннами метилизоцианата.

В результате аварии погибло порядка 38 тысяч человек, за помощью обратились около одного миллиона человек, после медицинского освидетельствования были признаны пострадавшими и получили помощь 574 тыс. человек.

Даже через много лет после аварии в 1999 году исследование грунтовых вод и колодцев рядом с территорией предприятия выявило химические вещества, вызывающие рак, поражение мозга и врожденные пороки развития. Концентрации этих веществ превышали допустимые нормы в десятки раз [76].

В Советском Союзе на предприятии хлорорганического синтеза – ОАО «Уфхимпром» работники подвергались воздействию диоксинов. После закрытия предприятия специалисты Уфимского НИИ медицины труда и экологии человека в течение десятков лет осуществляли лечение и наблюдение за состоянием работников этого предприятия.

Было установлено, что диоксины формируют высокий (5,4 %) уровень онкологической заболеваемости; вызывают рак органов пищеварения (49,9%), бронхов (28,5%), крови (14,3%), почек (7,3%). Онкобольные умерли в среднем через 15-15,5 лет после экспозиции. Каждый второй ребенок, родившийся в период или после экспозиции, и достигший к моменту исследования 23-26 лет имел то или иное заболевание [9].

### **3.4. Чрезвычайные ситуации на биологически опасных объектах**

*Биологически опасный объект (БОО)* - это объект, на котором хранят, изучают, используют и транспортируют опасные биологические вещества, при аварии на котором или при разрушении которого может произойти гибель или биологическое заражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также заражение окружающей природной среды.

Биологическая чрезвычайная ситуация – это состояние, при котором в результате возникновения источника на определенной территории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, существования сельскохозяйственных животных и произрастания растений, возникает угроза жизни и здоровью людей, опасность широкого распространения инфекционных болезней, потеря сельскохозяйственных животных и растений. К биологическим ЧС относятся эпидемии, эпизоотии и эпифитотии [59].

Как показала история, последствия пандемий могут быть катастрофическими. Так, пандемия COVID-19 смогла закрыть границы, прервать международные экономические связи, разобщить государства и людей, заставила общество вступить в эру социально-медицинских ограничений повсеместного и повседневного характера. Какие последствия ожидают переболевших людей, покажет время.

В настоящее время отсутствуют литературные данные о возникновении ЧС на биологических опасных объектах, которые бы привели к возникновению онкозаболеваемости у работников предприятий или населения.

## **Вопросы для самопроверки**

### ***3.1. Источники чрезвычайных ситуаций техногенного характера***

1. Дайте характеристику чрезвычайным ситуациям.
2. Назовите источники чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах.

### ***3.2. Чрезвычайные ситуации на радиационно опасных объектах***

1. Что такое радиационно опасный объект?
2. Приведите примеры радиационно опасных объектов.
3. Дайте характеристику радиационной аварии.
4. Чем отличается проектная от запроектной аварии на радиационно-опасном объекте?

#### ***3.2.1. Кыштымская радиационная авария***

1. Когда и где произошла Кыштымская радиационная авария?

2. Каковы причины Кыштымской радиационной аварии?

3. Какие объекты попали в зону радиоактивного облака во время Кыштымской радиационной аварии?

4. К какому уровню относится Кыштымская радиационная авария по международной шкале ядерных событий?

### **3.2.2. Чернобыльская авария**

1. Когда и где произошла Чернобыльская радиационная авария?

2. Каковы причины Чернобыльской радиационной аварии?

3. Какие объекты попали в зону радиоактивного облака во время Чернобыльской радиационной аварии?

4. К какому уровню относится Чернобыльская радиационная авария по международной шкале ядерных событий?

### **3.2.3. Другие радиационные аварии**

1. Приведите примеры радиационных аварий на АПЛ.

2. Назовите самую крупную радиационную аварию на территории США.

3. Где произошла крупная радиационная авария в 2011 году?

4. Каковы причины радиационной аварии на АЭС Фукусима-1?

5. Какой уровень занимает радиационная авария на АЭС Фукусима-1 по международной шкале ядерных событий? К какому уровню относится авария на АЭС Фукусима-1 по международной шкале ядерных событий?

6. Какая радиационная авария произошла 10 августа 1985 года в России?

### **3.3. Чрезвычайные ситуации на химически опасных объектах**

1. Что такое химически опасный объект?

2. Приведите примеры химически опасных объектов.

3. От каких факторов зависят последствия аварии на химически опасных объектах?

4. Когда и на каком предприятии произошла авария в городе Бхопал?

5. Какие химические вещества загрязнили прилегающую территорию к предприятию в городе Бхопал во время аварии?

6. Расскажите о последствиях аварии в городе Бхопал.

7. Назовите причины загрязнения диоксинами территорий города Уфы.

8. Какие последствия для здоровья работников Уфимского химзавода определил Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека?

**3.4. *Чрезвычайные ситуации на биологически опасных объектах***

1. Что такое биологически опасный объект?

2. Дайте характеристику биологической чрезвычайной ситуации.

3. Приведите примеры биологических чрезвычайных ситуаций.

## **Глава IV. Обеспечение канцерогенной безопасности в Российской Федерации**

### **4.1. Законодательные акты в сфере охраны окружающей среды**

Безопасность жизнедеятельности - наука о безопасном и комфортном взаимодействии человека со средой обитания. Производственная среда наиболее опасна для человека из-за использования мощных источников энергии, химических веществ; сложных конструкций оборудования, требующих для их управления высоко квалифицированных специалистов; новых неусовершенствованных технологических процессов, устаревшего оборудования; допущенных ошибок при проектировании, строительстве, монтаже оборудования; отсутствия условий для создания на рабочих местах не только оптимальных условий труда, но даже и допустимых; отсутствия точных чувствительных методов контроля за параметрами производственной среды; невозможности постоянного контроля за всеми вредными факторами производственной среды и другое.

Опасны также городская, и бытовая среды. Городская среда опасна вредными веществами, содержащимися в вредных выбросах промышленных предприятий, транспорта, ионизирующим и неионизирующим излучениями, источниками биологических опасностей и другим. Бытовая среда может быть более вредная для здоровья, чем городская, так как на небольшой жилой площади, как правило, источников вредных факторов представлено огромное количество, как физических (ПЭВМ, бытовые приборы, электропроводка и другое), химических (табакокурение, средства бытовой химии, строительные отделочные материалы, мебель и другое), так и биологических (плесень, пыль – пылевые клещи, носители инфекции и другое).

Канцерогенный риск - вероятность развития злокачественных новообразований в течение всей жизни человека. Вероятность развития новообразований обусловлена воздействием потенциального канцерогенного фактора. Лидером среди всех городов России по суммарному канцерогенному

риску является город Челябинск. Одной из причин такого состояния является загрязненность атмосферного воздуха (рис.19).

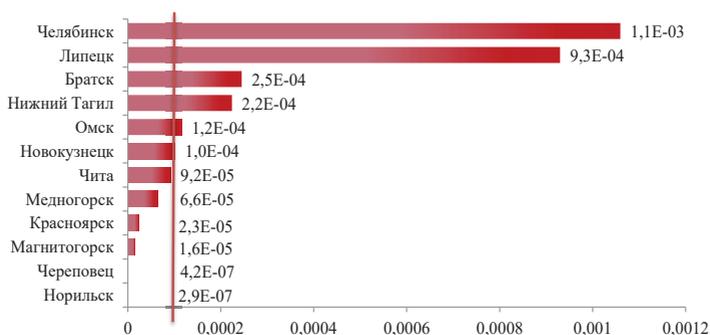


Рис. 19. Суммарный канцерогенный риск для здоровья населения городов, 2021 год [23]

В 2021 году в г. Челябинске показатель первичной заболеваемости ЗНО составил 4,68 на 1000 населения. В последние 3 года регистрируется рост показателя первичной заболеваемости злокачественных новообразований молочной железы и тела матки, предстательной железы, толстой кишки, трахеи, бронхов и легких, желудка.

Одно из основных направлений государственной политики в области охраны окружающей среды – это снижение загрязнения окружающей среды.

*Статья 42 Конституции РФ* определяет право каждого человека на благоприятную окружающую среду. *Основные пути и средства реализации государственной политики в области экологии:* развитие системы государственного управления охраной окружающей среды и природопользованием; нормативное правовое обеспечение и правоприменение; экономические и финансовые механизмы управления экологической безопасностью и другое [27]. В *Федеральном законе «Об охране окружающей среды»* отражены правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды.

Радиационная безопасности населения России является важной составляющей безопасности страны. В «*Основах государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу*», утвержденных Указом Президента РФ от 13 октября 2018 г. № 585 уделяется внимание: разработке мер по снижению уровней облучения населения за счет природных источников излучения более 5 мЗв/год, в том числе радоном и продуктами его распада; выводу из эксплуатации, захоронению и утилизации объектов ядерного наследия; обеспечению радиационной безопасности в атомной отрасли и др.. Этот документ является важным документом стратегического планирования в сфере радиационной безопасности.

В последние годы существенно обновлено законодательство в области охраны окружающей среды и природопользования. Нововведения затронули государственный экологический контроль, порядок учета выбросов в атмосферный воздух, область обращения с отходами, получение комплексного экологического разрешения, перспективы экологического развития России и другие сферы взаимодействия производственной деятельности и природы.

Так, с 1 марта 2022 года обновился порядок лицензирования эксплуатации взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектов I, II и III классов опасности в соответствии с *Постановлением Правительства РФ от 12.02.2022 №160*.

*Приказом Минприроды России от 19.11.2021 №871* актуализирован Порядок проведения инвентаризации стационарных источников и выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

*С 2022 года введены в действие ряд изменений, затрагивающих деятельность по обращению с отходами.* В соответствии с пунктом 4 статьи 14.2 Федерального закона от 24.06.1998 №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» лица, образующие отходы I и II классов опасности, федеральный оператор, операторы по обращению с отходами I и II классов

опасности и региональные операторы по обращению с твердыми коммунальными отходами обязаны осуществлять свою деятельность в соответствии с федеральной схемой обращения с отходами I и II классов опасности.

#### **4.2. Законодательство в сфере охраны труда. Оценка профессиональных рисков**

В последние годы экспертов и общественность стали волновать вопросы, связанные с промышленной безопасностью, интерес к ним не случаен и вызван тенденциями развития научно-технического прогресса. Большинство отраслей промышленности характеризуются накоплением концентраций опасных веществ, многие предприятия используют или хранят легковоспламеняющиеся вещества. Данные потенциальные опасности могут стать реальными.

Создавая техносферу, человек старался повысить комфортность проживания, обеспечить защиту от естественных внешних воздействий, в то же время техносферные условия имеют и негативное влияние на людей и окружающую среду. На сегодняшний день, в России, почти 4 миллиона человек (17% трудоспособного населения) работают в неблагоприятных условиях (пыль, загазованность, шум, вибрация и т.д.) [56].

Основные направления государственной политики в области охраны труда представлены в статье 210 ТК РФ: обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников; государственное управление охраной труда; государственная экспертиза условий труда; предупреждение производственного травматизма и профессиональных заболеваний; формирование основ для оценки и управления профессиональными рисками; участие государства в финансировании мероприятий по охране труда; разработка мероприятий по улучшению условий и охраны труда; координация деятельности в области охраны труда, создание условий для формирования здорового образа жизни работников; установление и совершенствование

порядка проведения специальной оценки условий труда и экспертизы качества проведения специальной оценки условий труда и другое.

*В статье 37 Конституции РФ* закреплено право работника на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. Оно неразрывно связано с охраной труда, то есть с системой сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающей в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

2 июля 2021 года принят *Федеральный закон № 311-ФЗ «О внесении изменений в Трудовой кодекс РФ»*. Одно из значимых изменений - закрепление в ТК РФ обязанности работодателей проводить регулярную оценку профессиональных рисков.

**Оценка профессиональных рисков (ОПР)** - оценка вероятности причинения вреда жизни и (или) здоровью работника при воздействии на него опасных и (или) вредных производственных факторов на рабочем месте. Для проведения ОПР необходимо: идентифицировать все возможные опасности; оценить вероятность возникновения и тяжесть последствий каждой из них; продумать меры защиты от опасностей и уменьшения риска.

Работодатель имеет право сделать ОПР самостоятельно или привлечь к ее проведению экспертную организацию. Статья 214 ТК РФ в новой редакции требует наличия результатов ОПР везде, где есть наемный труд. ОПР проводят не только на действующих рабочих местах, но и на новых, например, при вводе в эксплуатацию производственной площадки.

Тенденция в трудовом законодательстве - переход от охраны труда «по спискам должностей и профессий» к безопасности по риск-ориентированному подходу. Условия работы по одной и той же должности могут различаться даже в границах одного предприятия. Например, один сотрудник на должности «техник РЭС» заполняет техническую документацию и не выезжает на объекты, а другой сопровождает контролеров районных электрических сетей

(РЭС) при обходах электроустановок потребителей. Профессиональные риски для двух работников будут разные.

ОПР позволяет оценить опасности для каждого рабочего места и разработать план мероприятий по охране труда с учетом конкретных условий. Результаты оценки профессиональных рисков используют для: планирования мероприятий по охране труда; обучения требованиям охраны труда; обеспечения работников средствами индивидуальной защиты, определения потребности в средствах коллективной защиты (ст. 221 ТК РФ); информирования работников об условиях труда на рабочих местах (ст. 216.2 ТК РФ).

Трудовой Кодекс РФ обязывает работодателя создавать и обеспечивать работу *системы управления охраны труда (СУОТ)* на предприятии, которая необходима для снижения риска несчастных случаев и аварий, создания эффективного менеджмента охраны труда. СУОТ на предприятии не может эффективно функционировать без выполнения мероприятий *специальной оценки условий труда (СОУТ)*.

Формулировка СОУТ дана в ч.1 ст.3 Федерального закона № 426-ФЗ от 28.12.2013 «О специальной оценке условий труда»: СОУТ - это единый комплекс последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников

Результаты специальной оценки условий труда на предприятии помогают учесть вредные факторы, которые влияют на работника. Оценить уровень выявленных профрисков.

Определение классов условий труда проводится в соответствии с *Р 2.2.2006-05 «Руководством по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»*. Руководство

включает гигиенические критерии оценки факторов рабочей среды, тяжести и напряженности трудового процесса, и гигиеническую классификацию условий труда по показателям вредности и опасности (п.1.1).

Руководство применяют с целью: контроля состояния условий труда работника на соответствие действующим санитарным правилам и нормам, гигиеническим нормативам и получения санитарно-эпидемиологического заключения; установления приоритетности проведения профилактических мероприятий и оценки их эффективности; создания банка данных по условиям труда на уровне организации, отрасли и др. (п.1.2). Применение настоящего руководства для оценки профессионального риска следует рассматривать в качестве его первого этапа (п.1.3).

#### **4.3. Санитарные законодательные и нормативные акты**

Важную роль в обеспечении безопасности окружающей среды, и в том числе канцерогенной безопасности, играют законодательство в этой сфере и санитарные нормы и правила.

*Статья 2 Федерального закона от 30.03.1999 N 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»* содержит перечень мер правового, организационного и иного характера, направленных на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

*Санитарные правила СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда»* регламентируют требования к производственному контролю на рабочих местах. Производственный контроль за условиями труда должен осуществляться путем проведения (организации) лабораторных исследований (испытаний) и измерений факторов производственной среды (п.2.4).

Программа производственного контроля, которую разрабатывает хозяйствующий субъект, должна включать (п.2.5): перечень химических веществ, биологических, физических и иных факторов, а также объектов

производственного контроля, представляющих потенциальную опасность для работника.

В случае если на рабочих местах по результатам проведения производственного контроля, специальной оценки условий труда, контрольно-надзорных мероприятий зафиксировано наличие факторов производственной среды и трудовых процессов, обладающих канцерогенными свойствами, указанных в приложении №2 к санитарным правилам, должны быть предусмотрены мероприятия в соответствии с п.3.1 санитарных правил (п.4.33).

Информация о наличии факторов производственной среды и трудовых процессов, обладающих канцерогенными свойствами, актуализируется хозяйствующим субъектом в случаях: проведения реконструкции, изменении режимов технологических процессов, смене применяемых сырья и материалов, но не реже 1 раза в 5 лет (п.4.34).

Информация о наличии факторов производственной среды и трудовых процессах, обладающих канцерогенными свойствами; количество лиц, непосредственно контактирующих с данными веществами и занятых на соответствующих технологических процессах с указанием профессий, должна быть указана в программе производственного контроля (п.4.35).

В Приложении 1 Санитарных правилах СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» представлены «Требования к условиям труда в зависимости от вида деятельности и особенностей технологических процессов»

Приложение 2 к санитарным правилам «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» представлены «Факторы производственной среды и производственные процессы, обладающие канцерогенными свойствами».

*Санитарные правила СП 1.1.1058-01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий»* определяют также порядок организации и проведения

производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий.

В отличие от СП 2.2.3670-20 объектами производственного контроля в соответствии с СП 1.1.1058-01 являются производственные, общественные помещения, здания, сооружения, санитарно-защитные зоны, зоны санитарной охраны, оборудование, транспорт, технологическое оборудование, технологические процессы, рабочие места, используемые для выполнения работ, оказания услуг, а также сырье, полуфабрикаты, готовая продукция, отходы производства и потребления (п.2.3), а не только требования к производственному контролю на рабочих местах, как показано в Санитарных правилах СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» (п.2.3).

Предельно-допустимые концентрации и уровни канцерогенных веществ и факторов определены СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». В разделе VIII этого документа представлены биологические и образа жизни канцерогенные факторы.

СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)» устанавливают требования по защите людей от вредного радиационного воздействия при всех условиях облучения от источников ионизирующего излучения, на которые распространяется действие СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)»

Требования СП 2.1.3678-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг» направлены на охрану жизни и здоровья населения, обеспечение безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания, предотвращение

возникновения и распространения инфекционных, неинфекционных заболеваний и установление санитарно-эпидемиологические требования к выполнению работ и предоставлению гостиничных, медицинских, бытовых, социальных услуг, услуг в области культуры, спорта, организации досуга, развлечений, продаже товаров производственно-технического назначения для личных и бытовых нужд, а также к используемым хозяйствующими субъектами зданиям, сооружениям, помещениям, оборудованию и транспортным средствам (п.1.1.).

Организм справляется с вредными факторами в соответствии со своим адаптационными возможностями. Воздействие вредных факторов окружающей среды, превышающих нормативные требования, расценивается организмом, как стрессовый фактор. В соответствии с теорией общего адаптационного синдрома Ганса Селье после стадий тревоги, сопротивления может начаться стадия истощения, что может привести к серьезным проблемам со здоровьем и даже летальному исходу.

Методы управления техносферной безопасностью базируются на четырех классах принципов обеспечения безопасности: ориентирующие (системности, деструкции, снижения опасности, ликвидации опасности), организационные (защиты временем, нормирования, эргономичности), управленческие (плановости, стимулирования, компенсации, эффективности) и технические (защиты расстоянием, прочности, слабого звена, экранирования).

Существует несколько групп методов управления техносферной безопасностью: организационно-правовые; административные; экономические; социально-психологические.

Критериями безопасности техносферы принято считать: предельно-допустимые концентрации ПДК), предельно-допустимые уровни (ПДУ), предельные дозы (ПД), предельно-допустимые выбросы (ПДВ); предельно-допустимые сбросы (ПДС). Эти критерии не могут являться полностью безопасными для всего населения, так как всегда найдутся люди, организм

которых будет отрицательно реагировать и на параметры вредных факторов в пределах нормативных требований.

Современная формулировка, как правило, выглядят таким образом: ПДК – утвержденный в законодательном порядке санитарно-гигиенический норматив, это такая максимальная концентрация химических веществ в окружающей среде, которая при повседневном влиянии в течение длительного времени на организм человека не вызывает патологических изменений или заболеваний, устанавливаемых современными методами исследований, в любые сроки настоящего или последующего поколений.

Нормативные требования могут меняться, так как методы, применяемые для их определения со временем, совершенствуются: могут появиться более современные технологии и оборудование для определения ПДК, ПДУ, ПД, ПДС и т.д.

Однако, существует ряд канцерогенных факторов, механизм действия которых связан с прямым повреждением генома. Эти факторы, как предполагается, не имеют порога канцерогенного действия. Такие канцерогены называются генотоксические. Для оценки канцерогенного риска этих канцерогенов используется фактор канцерогенного потенциала. Этот показатель отражает верхнюю, консервативную оценку канцерогенного риска за ожидаемую продолжительность жизни человека – 70 лет. Перечень канцерогенных веществ с отобранными в соответствии с международными рекомендациями факторами канцерогенного потенциала представлен в классификации МАИР [68].

## **Вопросы для самопроверки**

### ***4.1. Законодательные акты в сфере охраны окружающей среды***

1. Дайте формулировку понятию «безопасность жизнедеятельности»
2. Обоснуйте, почему опасна может быть производственная среда.
3. Перечислите источники опасности городской среды.
4. Назовите источники опасности жилых помещений.

5. Назовите пути и средства реализации государственной политики в области экологии.

6. Что определяет статья 43 Конституции Российской Федерации?

7. Что отражено в Федеральном законе «Об охране окружающей среды»?

8. Перечислите изменения в законодательстве в области охраны окружающей среды и природопользования, которые произошли в последние годы.

#### ***4.2. Законодательство в сфере охраны труда. Оценка профессиональных рисков***

1. Назовите основные направления государственной политики в области охраны труда.

2. О чем говорится в статье 37 Конституции РФ?

3. Как Вы понимаете, что такое «оценка профессиональных рисков».

4. Для каких целей используют результаты оценки профессиональных рисков?

5. Использование для специальной оценки условий труда Р 2.2.2006-05. «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»?

#### ***4.3. Санитарные законодательные и нормативные акты***

1. О чем говорится в статье 2 Федерального закона от 30.03.1999 N 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»?

2. Что регламентируют Санитарные правила СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда»?

3. Что должна включать программа производственного контроля на предприятии?

4. Назовите отличия в проведении производственного контроля на предприятиях, регламентируемых СП 2.2.3670-20 и СП 1.1.1058-01.

5. Каким СанПиНом определены предельно-допустимые концентрации и уровни канцерогенных веществ и факторов?

6. На что направлены требования СП 2.1.3678-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг»?

7. Каким СанПиНом устанавливаются требования к содержанию территорий городских и сельских поселений; к обеспечению качества атмосферного воздуха; к качеству воды питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения; к водным объектам; к охране прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения; к качеству почвы; к устройству, оборудованию и содержанию зданий и сооружений; к осуществлению санитарной обработки лиц без определенного места жительства и их вещей; к обращению с отходами; к отходам животноводства (навоза) и птицеводства (помета); к обращению пестицидов и агрохимикатов; к размещению и эксплуатации радиоэлектронных средств?

8. С какой целью разработаны СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней»?

9. Требования какого СанПиНа направлены на охрану здоровья детей и молодежи, предотвращение инфекционных, массовых неинфекционных заболеваний (отравлений) и установление санитарно-эпидемиологических требований к обеспечению безопасных условий образовательной деятельности, оказанию услуг по воспитанию и обучению, спортивной подготовке, уходу и присмотру за детьми?

## Литература

1. Аклеев А.В., Аклеев А.А. Пострадавший от радиационного воздействия человек – кто он? Радиационная гигиена / А.В.Аклеев, А.А. Аклеев - 2022. - 15(2):87-94. - URL: <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2022-15-2-87-94> (дата обращения: 25.12.2022).

2. Алексанин С.С., А.Н. Гребенюк А.Н. Радиационная медицина : учеб. пособие / С.С. Алексанин, А.Н. Гребенюк; Всерос. центр. экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. – СПб. : Политехника-сервис, 2013. – Ч. 2 : Клиника, профилактика и лечение радиационных поражений. – 156 с. - ISBN 978-5-906555-07-6

3. Автостат.- URL: <https://www.autostat.ru/news/53953/> (дата обращения: 23.02.2022).

4. Адамян В.Л., Попко Г.А., Шкурка Ю. А. Проблема курения в студенческой среде и основы безопасности жизнедеятельности // Проблемы Науки. / В.Л. Адамян, Г.А. Попко, Ю.А. Шкурка - 2016. №34 (76). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-kureniya-v-studencheskoj-srede-i-osnovy-bezopasnosti-zhiznedejatelnosti> (дата обращения: 04.03.2023).

5. Алиева Е. И., Антонова А. О., Верховская М. Д. Вирусный канцерогенез. Обзор литературы по проблеме // Вестник Челябинского государственного университета. Образование и здравоохранение / Е.И. Алиева, А.О. Антонова, М.Д. Верховская. - 2021. №4 (16). - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virusnyy-kantserogenez-obzor-literatury-po-probleme> (дата обращения: 25.12.2022).

6. Бабанов С.А., Будащ Д.С., Байкова А.Г. Профессиональные злокачественные новообразования легких и других локализаций и потенциально опасные производственные канцерогены // Consilium Medicum / С.А. Бабанов, Д.С. Будащ, А.Г. Байкова. - 2017. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/professionalnye-zlokachestvennye-novoobrazovaniya-legkih-i-drugih-lokalizatsiy-i-potentsialno-opasnye-proizvodstvennye-kantserogeny> (дата обращения: 05.03.2023).

7. Багрянцева О.В., Хотимченко С.А. Токсичность неорганических и органических форм мышьяка // Вопросы питания / О.В. Багрянцева, С.А. Хотимченко. - 2021. Т. 90, № 6. С. 6–17.

8. Балонов М. И. Последствия Чернобыля: 20 лет спустя // Радиация и риск (Бюллетень НРЭР). / М.И. Балонов - 2006. - №3-4. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/posledstviya-chernobylya-20-let-spustya> (дата обращения: 29.01.2023).

9. Башарова Г.Р. Диоксины и здоровье // Медицина труда и экология человека / Г.Р. Башарова, Л.М. Карамова - 2015. - №4. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dioksiny-i-zdorovie> (дата обращения: 02.02.2023).

10. Белицкий Г.А. Лекарственный канцерогенез: факторы риска и возможности предотвращения / Г.А. Белицкий, К.И. Кирсанов, Е.А. Лесовая – 2020. – Т.60. – С.173-226.

11. Белицкий Г.А. Механизмы канцерогенного действия наноматериалов. Успехи молекулярной онкологии / Г.А. Белицкий, К.И. Кирсанов, Е.А. Лесовая. - 2022. - №9(4). -С.8–23.

12. Бодня Е.И. Онкогенность паразитарных заболеваний. Клиническая инфектология и паразитология /Е.И. Бодня. - 2015. №2(13). - С. 104-108.

13. Бондин В.И. Образование. Экология. Здоровье. – Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ / В.И. Бондин. - 20212. – 278с.

14. Бондин В.И. Функциональное состояние и здоровье у различных категорий молодёжи в современных условиях экологической среды // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки / В.И. Бондин, И.А. Пономарева, Т.А. Жаброва. - 2012. - № 2 (20). - С. 41-48.

15. Бондин В.И. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие / В.И. Бондин В.И., Ю.Г. Семехин - М.: ИНФРА-М: Академцентр, 2015. - 349 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-004171-1.

16. Бульбулян М. А. Эпидемиология злокачественных опухолей у лиц, имеющих контакт с ртутью или ее соединениями в условиях производства //

Вестник РОНЦ им. Н. Н. Блохина РАМН / М.А. Бульбулян, И.А. Гаджиева, И.И. Грипась. - 1995. - №4. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/epidemiologiya-zlokachestvennyh-opuholey-u-lits-imeyuschih-kontakt-s-rtyuyu-ili-ee-soedineniyami-v-usloviyah-proizvodstva> (дата обращения: 26.02.2023).

17. Быков А.Т. Ожирение как фактор риска развития рака // Медицинский журнал / А.Т. Быков, А.В. Шапошников, Т.Н. Маляренко – 2016. - №1(55). - С.28-37

18. Вагнер А.Д. Законодательная основа и нормативное правовое обеспечение оказания помощи больным с предраковыми и онкологическими болезнями органов и тканей рта // Институт стоматологии / А.Д. Вагнер, Г.С. Межевикина, С.И. Бородовицина - №3. - 2022 – С.23-25

19. Васинёва М.В. Опасный кабинет. Безопасность труда в промышленности /М.В. Васинёва. – 2015. - №3. – С.57-60. - ISSN 0409-2961.

20. Веретов Л.А. Нитрит натрия – новые положения в техническом регламенте // Пищевая промышленность / Л.А. Веретов, В.В. Насонова. - 2014. №1. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nitrit-natriya-novye-polozheniya-v-tehnicheskom-reglamente> (дата обращения: 22.02.2023).

21. Глушков А.Н. Канцерогенез: основные понятия, источники и классификация канцерогенов // МвК / А.Н. Глушков. - 2003. - №2. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kantserogenez-osnovnyue-ponyatiya-istochniki-i-klassifikatsiya-kantserogenov> (дата обращения: 24.12.2022).

22. Горобец С.М. Стоматологические аспекты проявления нежелательных лекарственных реакций // Таврический медико-биологический вестник / С.М. Горобец, И.Г. Романенко, А.А. Джерелей, – 2018. Т. 21 - №3. – С. 166-174.

23. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году». - М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2022. - 340 с. - URL: [https://www.rosпотребнадзор.ru/upload/iblock/594/sqywwl4tg5arqff6xvl5dss017vvuank/Gosudarstvennyu-doklad.-O-sostoyanii-sanitarno\\_epidemiologicheskogo](https://www.rosпотребнадзор.ru/upload/iblock/594/sqywwl4tg5arqff6xvl5dss017vvuank/Gosudarstvennyu-doklad.-O-sostoyanii-sanitarno_epidemiologicheskogo)

[/www.rosпотребнадзор.ru/upload/iblock/594/sqywwl4tg5arqff6xvl5dss017vvuank/Gosudarstvennyu-doklad.-O-sostoyanii-sanitarno\\_epidemiologicheskogo](https://www.rosпотребнадзор.ru/upload/iblock/594/sqywwl4tg5arqff6xvl5dss017vvuank/Gosudarstvennyu-doklad.-O-sostoyanii-sanitarno_epidemiologicheskogo)

blagopoluchiya-naseleniya-v-Rossiyskoy-Federatsii-v-2021-godu.pdf (дата обращения: 24.01.2022).

24. Григорьев Ю.Г. 5G-стандарт сотовой связи. Суммарная радиобиологическая оценка опасности планетарного электромагнитного облучения населения / Ю.Г. Григорьев, А.С. Самойлов. - М.:ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. Буназяна ФМБА России. - 2021. – 200 с. – ISBN 978-5-905926-90-7.

25. Демидов Д.А. Гепатоцеллюлярный рак: уч. пособие /Д.А. Деминов. - ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России. - Екатеринбург: Издательство УГМУ, 2018. - 54 с. - ISBN 978-5-89895-845-9

26. Джавахия В.Г. Афлатоксины: ингибирование биосинтеза, профилактика загрязнения и деконтаминация агропродукции: монография / В.Г. Джавахия, Н.В. Стацюк, Л.А. Щербакова. – М.: ООО «Редакция журнала “Достижения науки и техники АПК”», 2017. – 162 с. - ISBN 978-5-902282-26-6.

27. Добротворская С.Г. Техносферная безопасность человека в современных условиях: монография / С.Г. Добротворская, Т.Л. Зефилов – Казань: КФУ, - 2016, - 99 с. - ISBN 978-5-91838-092-5

28. Забежинский М.А. Канцерогены в водной среде и проблемы профилактики рака // Вопросы онкологии / М.А. Забежинский, М.Л. Тындык – 2012. – Т.58, №2. – С. 164-170.

29. Зарипова Л.Р. Внутржилищная среда и здоровье населения // Современные проблемы науки и образования / Л.Р. Зарипова, А.В. Иванов, Е.А. Тафеева. – 2015. – № 5. – С. 161.

30. Измеров Н.Ф. Профессиональная патология : национальное руководство / Под ред. Н.Ф. Измерова. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2011. - 784 с.- ISBN 978-5-9704-1947-2

31. Ильиницкий А.П. О природных источниках канцерогенных углеводородов // Гигиена и санитария / А.П. Ильиницкий, В.С. Мищенко, Л.М. Шабад. - 1978. - №8. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-prirodnyh-istochnikah-kantserogennyh-uglevodorodov> (дата обращения: 22.02.2023).

32. Ильницкий А.П. 60 лет деятельности Комиссии по канцерогенным факторам // Здравоохранение РФ /А.П. Ильницкий. - 2018. - №3. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/60-let-deyatelnosti-komissii-po-kantserogennym-faktoram> (дата обращения: 25.02.2023).

33. Ильичева С.А. Современное состояние проблемы оценки потенциальной канцерогенной опасности свинца и его соединений // Здравоохранение / С.А. Ильичева, Д.Г. Заридзе РФ. 2015. №2. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-problemy-otsenki-potentsialnoy-kantserogennoy-opasnosti-svintsa-i-ego-soedineniy> (дата обращения: 26.02.2023).

34. Имянитов Е.Н. Общие представления о наследственных синдромах // Практическая онкология / Е.Н. Имянитов – 2014. - Т. 15, №3. – С.101-106.

35. Иноземцев В.А. Аварии на радиационно, химически и биологически опасных объектах: прошлое, настоящее, будущее // Современные проблемы гражданской защиты / В.А. Иноземцев, В.И. Ковба, Е.А. Чугунов - 2018. - №2 (27). - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avarii-na-radiatsionno-himicheski-i-biologicheski-opasnyh-obektah-proshloe-nastoyashee-budushee> (дата обращения: 28.01.2023).

36. Карпова Т.В. Кулинарные канцерогены пищи // Наука, техника и образование / Т.В. Карпова, С.Ф. Лытова. - 2015. - №2 (8). - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kulinarnye-kantserogeny-pischi> (дата обращения: 23.02.2023).

37. Ковалева Н.Ю. Проблемы безопасности наноматериалов: нанобезопасность, нанотоксикология, наноинформатика // Химическая безопасность / Н.Ю. Ковалева, Е.Г. Раевская, А.В. Рошин. - 2017. – Т. 1, № 2 - С. 44–87.

38. Коньшина Т.А. Научное обоснование комплексного метода гигиенической оценки средств индивидуальной защиты от электрических полей промышленной частоты : дисс. ... канд. биол. наук; спец. 3.2.4. ; защищена

28.02.2021 / Т.А. Коньшина – М., 2021. – 150с. - URL: <https://www.dissercat.com/>(дата обращения: 17.02.2023).

39. Кривошеев А.Б. Токсическое действие кадмия на организм человека (Обзор литературы) // Мед. труда и пром. Экологии / А.Б. Кривошеев, Е.Л. Потеряева, Б.Н. Кривошеев. - 2012. №6. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/toksicheskoe-deystvie-kadmiya-na-organizm-cheloveka-obzor-literatury> (дата обращения: 26.02.2023).

40. Крохалёва С. И. Содержание нитратов в растительных продуктах питания и их влияние на здоровье человека // Вестник ПГУ им. Шолом-Алейхема / С.И. Крохалёва, П.В. Черепанов. - 2016. №3 (24). - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-nitratov-v-rastitelyh-produktah-pitaniya-i-ih-vliyanie-na-zdorovie-cheloveka> (дата обращения: 22.02.2023).

41. Куликов В.А. Пассивное курение и его последствия // Вестник фармации / В.А. Куликов. - 2017. - №2(76). – С. 98-102

42. Кураш И.А. Производственные канцерогены. Паспортизация канцерогеноопасных производств : методические рекомендации / И.А. Кураш, И.П. Семёнов. - Минск : БГМУ, 2017. – 34 с. - URL: <http://rep.bsmu.by:8080/handle/BSMU/18193> (дата обращения: 15.02.2023).

43. Ластовкин В. Ф. Основы радиационной безопасности: учеб. пособие / В.Ф. Ластовкин – Н. Новгород: ННГАСУ, 2017. – 143 с. - ISBN 978-5-528-00207-1.

44. Латфуллин И.А. Основы поражающего действия ионизирующего излучения на организм человека / И.А.Латфуллин. – Казань: Казан. ун-т, 2014. – 194 с. - ISBN 978-5-00019-361-7.

45. Малышева А.Г. Химическое загрязнение воздушной среды жилых помещений как фактор риска здоровью населения // Анализ риска здоровью / А.Г. Малышева, Н.В. Калинина, С.М. Юдин. – 2022. – № 3. – С. 72–82.

46. Машанов А.И. Биологическая безопасность пищевых продуктов: учеб. пособие / А.И. Машанов, Е.А. Речкина, Г.А. Губаненко. - Краснояр. гос. аграрный ун-т. – Красноярск, 2016. – 117 с.

47. Малютина Н.Н., Тараненко Л.А. Патологические и клинические аспекты воздействия метанола и формальдегида на организм человека // Современные проблемы науки и образования / Н.Н. Малютина, Л.А. Тараненко. – 2014. – № 2. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=12826> (дата обращения: 24.02.2023).

48. Мустафин Р.Н. Онкогенетика: учебное пособие / Р.Н. Мустафин, И.Р. Гилязова, Я.Р. Тимашева. - Уфа: ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2020. - 98 с. - ISBN 978-5-7477-4804-0

49. Мишустин М.Т. Офисное рабочее место: сервис безопасности // Universum: технические науки / М.Т. Мишустин, В.Е. Бурак. - 2018. - №8 (53). - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ofisnoe-raboochee-mesto-servis-bezopasnosti> (дата обращения: 24.02.2023).

50. Мухин Н.А. Профессиональные болезни : учебник / Н.А. Мухин, В.В. Косарев, С.А. Бабанов. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 496 с. - ISBN 978-5-9704-3666-0

51. Научный комитет Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации Научное приложение D к Докладу НКДАР ООН 2008 года Генеральной Ассамблее. Последствия облучения для здоровья человека в результате Чернобыльской аварии. – С.18-19. – URL: [https://www.unscear.org/docs/reports/2008/12-55525\\_Report\\_2008\\_Annex\\_D\\_RUSSIAN.pdf](https://www.unscear.org/docs/reports/2008/12-55525_Report_2008_Annex_D_RUSSIAN.pdf) (дата обращения: 12.02.2023).

52. Ненахова Е.В. Ультрафиолетовое излучение. Влияние ультрафиолетового излучения на организм человека / Е.В. Ненахова, Л.А. Николаева. – Иркутск: ИГМУ, 2020. - 58 с. - URL: [https://760c167f\\_1\\_uchebnoe\\_posobie\\_ultrafioletovoe\\_izluchenie.pdf](https://760c167f_1_uchebnoe_posobie_ultrafioletovoe_izluchenie.pdf) (дата обращения: 9.02.2023)

53. Омарова Х.Г. Риски онкологической патологии при паразитозах в настоящее время // Терапевтический архив / Х.Г. Омарова, Н.И. Алешина, Ж.Б. Понежева. - 2020. - №11. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/riski->

onkologicheskoy-patologii-pri-parazitozah-v-nastoyaschee-vremya (дата обращения: 19.02.2023).

54. Онищенко Г.Г. О санитарно-эпидемиологическом состоянии окружающей среды // Гигиена и санитария / Г.Г. Онищенко. – 2013. – Т. 92, № 2. – С. 4–10.

55. Онищенко Г.Г. Чернобыль - 30 лет спустя. Радиационно-гигиенические аспекты преодоления последствий аварии на ЧАЭС / Г.Г. Онищенко. - 2016. - С. 134-138. - URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_32757554\\_55543496.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_32757554_55543496.pdf) (дата обращения: 22.02.2022).

56. Попов Н.В. Современные проблемы техносферной безопасности // Актуальные проблемы авиации и космонавтики /Н.В. Попов. - Красноярск, 2022. - С. 694-696. - URL: <http://www.lib.krsu.edu.kg/uploads/files/public/10462.pdf> (дата обращения: 7.02.2022).

57. Попова Т.В. Охрана труда на производстве и в учебном процессе: учеб. пособие / Т.В. Попова. – Ростов н/Д: Феникс, 2016. –334с. - ISBN: 978-5-222-28341-7.

58. Попова Т.В. Охрана труда: учеб. пособие для студентов образовательных учреждений среднего образования / Т. В. Попова. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2018. - 318 с. - ISBN 978-5-222-29357-7.

59. Попова Т.В. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие / Т.В. Попова. – Ростов н/Д: Феникс, 2016. – 319с. - ISBN 978-5-222-27825-3.

60. Почакаева Е.И. Безопасность воды: учебно-методическое пособие / Е.И. Почакаева, Т.В. Попова, Д.С. Лысенко. – Ростов н/Д: ЮФУ, -2013. – 80 с. - ISBN 978-5-9275-1236-2.

61. Почакаева Е.И. Окружающая среда и человек : учеб. пособие /Е.И. Почакаева. - Ростов н/Д: Феникс, 2012. – 573 с. – (Высшее образование).- ISBN: 978-5-222-18876-7.

62. Почекаева Е.И. Безопасность окружающей среды и здоровье населения : учеб. пособие/ Е.И. Почекаева, Т.В. Попова – Ростов н/Д: Феникс, 2013. – 443 с. – (Высшее образование). - ISBN: 978-5-222-20051-3

63. Рахманин Ю.А., Розенталь О.М. Совершенствование контроля качества воды для обеспечения предъявляемых к ней санитарно-гигиенических требований / Ю.А. Рахманин, О.М. Розенталь // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 2. – С. 203–204.

64. Сеньчукова М. А. О роли бактерий в этиологии и патогенезе злокачественных новообразований // Сибирский онкологический журнал / М.А. Сеньчукова, А.А. Стадников. - 2009. - №2. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-rol-i-bakteriy-v-etiologii-i-patogeneze-zlokachestvennyh-novoobrazovaniy> (дата обращения: 24.12.2022).

65. Серебряков П.В. Особенности экспертизы профессионального канцерогенного риска // Гигиена и санитария / П.В. Серебряков. - 2015. - №2. - С.69-72. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-ekspertizy-professionalnogo-kantserogennogo-riska> (дата обращения: 12.02.2023).

66. Смулевич В. Б. Профессия и рак. М. : Медицина, 2000 // Вестн. РОНЦ им. Н. Н. Блохина РАМН / В.Б. Смулевич 2000. №3. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/smulevich-v-b-professiya-i-rak-m-medsina-2000> (дата обращения: 25.02.2023).

67. Степанова Т.А. Безопасность питания и здоровье населения: учебно-методическое пособие / Т.А. Степанова, Т.В. Попова, Е.И. Почекаева. – Ростов н/Д: ЮФУ, - 2016. – 172 с. - ISBN 978-5-9275-2001-5.

68. Степанова Н.В. Оценка канцерогенного риска для здоровья населения при воздействии химических веществ / Н.В. Степанова, Э.Р. Валеева, С.Ф. Фомина. – Казань: К(П)ФУ.- ИФМиБ.- 2016. - 128 с. - URL: [https://kpfu.ru/staff\\_files/F1455576533/Oценка\\_kancer\\_riska\\_final.pdf](https://kpfu.ru/staff_files/F1455576533/Oценка_kancer_riska_final.pdf) (дата обращения: 04.03.2023).

69. Стражев С.В. Учебно-методическое пособие : Роль питания в генезе и профилактике онкологических заболеваний / С.В. Стражев, П.М. Зубавин, В.Н.

Мехтиев. – Волгоград, 2018. – 57с. - URL: <https://crbdor.ru/files/uchebno-metodicheskoe-posobie.pdf> (дата обращения: 03.03.2023).

70. Терентьев А.В. Электромагнитные поля и излучения: Методические указания к лаб. Работам / А.В. Терентьев, Г.Ф. Несолонов, В.В. Варфоломеева. - Самара, 2012. - 36 с. - URL: <http://repo.ssau.ru/bitstream/Metodicheskie-materialy/Elektromagnitnye-polya-i-izlucheniya-Elektronnyi-resurs-metod-ukazaniya-k-lab-rabote-72195/1/Терентьев%20А.В.%20Электромагнитные%20поля%20и%20излучения%202012.pdf> (дата обращения: 06.03.2023).

71. Толстиков В.С. Кыштымская радиационная авария 1957 года: первые оценки радиационной обстановки после взрыва // Глобальная ядерная безопасность / В.С. Толстиков, В.Н. Кузнецов. - 2018.- №2 (27). - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kyshtymskaya-radiatsionnaya-avariya-1957-goda-pervye-otsenki-radiatsionnoy-obstanovki-posle-vzryva> (дата обращения: 01.02.2023).

72. Тюкавин А.И. Опухолевый рост – современный взгляд на патогенез и фармакотерапию (лекция) // Актуальные проблемы: дискуссионная трибуна / А.И. Тюкавин, С.В. Сучков. – 2021. – Т. 3, № 2. - С.86-96. - URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_47007874\\_57460610.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_47007874_57460610.pdf) (дата обращения: 04.03.2023).

73. Хесин А. И. Канцерогенная опасность автомобильных шин // Национальная безопасность и геополитика России / А.И. Хесин, М.Е. Скудатын, В.Н. Ушмодин. - 2003. - № 10–11. - С. 51–52.

74. Ходжаева М.Ю. Биохимические изменения в организме при канцерогенезе. Проблемы науки / М.Ю. Ходжаева, Д.Ж. Буранова. – 2021. - №2(61). – С.58-61. Проблемы науки. - 2021. - №2(61). - С. 58-61.

75. Хорольский М.Д. Примеси нитрозаминов в лекарственных препаратах: пути образования и механизмы токсического действия. Медицина / М.Д. Хорольский, А.А. Чапленко, А.М. Власов. - 2019; 7(4) – С.12-24.

76. Цветкова Н.Н. Техногенная катастрофа а Бхопале и риски глобализации // Восток / Н.Н.Цветкова. – 2014. - №6. – С.76-88.

77. Шамсутдинова Л. Р. Реабилитация загрязненных промышленных территорий ликвидированных химических предприятий (на примере ОАО «Уфахимпром») // Вестник Башкирск. ун-та / Л.Р. Шамсутдинова, Л.Н. Белан, З.Ф. Акбалина. - 2013. - №4. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/reabilitatsiya-zagryaznennyh-promyshlennyh-territoriy-likvidirovannyh-himicheskikh-predpriyatiy-na-primere-oao-ufahimprom> (дата обращения: 02.03.2023).

78. Шантырь И.И. Реагирование медицинских учреждений МЧС России на радиологические аварийные ситуации (методические рекомендации) / И.И. Шантырь, С.С. Алексанин, В.Ю. Рыбников. – СПб: ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России, 2016. – 138 с. - ISBN 978-5-906841-86-5.

79. Шарафутдинов, М. Г. Общая онкология: учебно-методическое пособие для врачей и студентов / М. Г. Шарафутдинов, В. В. Родионов, С. В. Панченко – Ульяновск : УлГУ, 2013. – 101 с. - URL: [https://ulsu.ru/media/documents/Общая\\_онкология.pdf](https://ulsu.ru/media/documents/Общая_онкология.pdf) (дата обращения: 05.02.2023).

80. Шефтель В.О. Токсические свойства акриламида (Обзор) // Гигиена и санитария / В.О. Шефтель. - 1990. - №8. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/toksicheskie-svoystva-akrilamida-obzor> (дата обращения: 23.02.2023).

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Факторы производственной среды и производственные процессы, обладающие канцерогенными свойствами

(Приложение 2 СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические  
требования к условиям труда»)

#### I. Химические факторы

N п/п	CAS N	Наименование	Преимущественные пути поступления в организм для персонала, занятого в их производстве и применении (лс - лекарственное средство, п/о - поступление через рот (перорально); ч/к - поступление через кожу (перкутано); инг - поступление при дыхании (ингаляционно))
1.	23214-92-8	Адриамицин (доксорубина гидрохлорид)(лс)	инг
2.	446-86-6	Азатиоприн (имуран) (лс)	инг
3.	320-67-2	5-Азациитидин (лс)	инг
4.	79-06-1	Акриламид	п/о, инг, ч/к
5.	107-13-1	Акрилонитрил	инг, ч/к
6.	92-67-1	4-Аминодифенил	инг, ч/к
7.	-	Андрогенные (анаболические) стероиды (лс)	инг
8.	313-67-7	Аristoloxиевая кислота, содержащие ее растения и препараты	п/о
9.	1332-21-4	Асбесты	инг
10.	1402-68-2	Афлатоксины	п/о
11.	56-55-3	Бенз(а)антрацен	инг, ч/к
12.	50-32-8	Бенз(а)пирен	инг, ч/к
13.	92-87-5	Бензидин и красители на его основе	ч/к, инг
14.	71-43-2	Бензол	инг, ч/к
15.	7440-41-7	Бериллий и его соединения	инг
16.	542-88-1	Бисхлорметиловый эфир	инг
17.	154-93-8	Бисхлорэтиленнитрозомочевина (BCNU) (лс)	инг, ч/к
18.	106-99-0	1,3-Бутадиен	инг
19.	593-60-2	Винилбромид	инг
20.	75-02-5	Винилфторид	инг
21.	75-01-4	Винилхлорид	инг
22.	556-52-5	Глицидол	инг, ч/к, п/о
23.	53-70-3	Дибенз(а,в)антрацен	инг, ч/к
24.	57-14-7	1,1-Диметилгидразин	инг, ч/к, п/о
25.	540-73-8	1,2-Диметилгидразин	инг, ч/к
26.	79-44-7	Диметилкарбамойлхлорид	инг, ч/к
27.	77-78-1	Диметилсульфат	инг, ч/к
28.	98503-29-8	Диэтилсульфат	инг, ч/к
29.	-	Древесная пыль	инг
30.	51-75-2	Иприт азотистый	ч/к, инг
31.	505-60-2	Иприт сернистый	ч/к, инг
32.	7440-43-9	Кадмий и его соединения	инг

33.	-	Каменноугольные, нефтяные и сланцевые смолы, пеки и их возоны	ч/к, инг
34.	2425-06-1	Каптафол	инг, ч/к
35.	57-22-7 671-16-9 50-24-8 55-86-7	Комбинированная химиотерапия с использованием винкристина, прокарбазина, преднизолона, а также эмбихина и других алкилирующих агентов (лс)	инг, ч/к
36.	14808-60-7 14464-46-1	Кремния диоксида кристаллического (кремнезема) пыль в форме кварца или кристобалита	инг
37.	8001-58-9	Креозоты	инг, ч/к
38.	148-82-3	Мелфалан (лс)	инг, ч/к
39.	70-25-7	N-Метил-N'-нитро-N-нитрозогуанидин	п/о
40.	684-93-5	N-Метил-N-нитрозомочевина (лс)	инг, ч/к
41.	101-14-4	4,4'-Метилен бис(2-хлоранилин)	инг, ч/к
42.	66-27-3	Метилметансульфонат	инг
43.	64091-91-4	4-(Метилнитрозамино)-1-(3-пиридил)-1 бутанол	инг
44.	298-81-7	Метоксален (8-метокси-псорален) в сочетании с ультрафиолетовой терапией (лс)	п/о, ч/к
45.	484-20-8	5-Метоксипсорален (лс)	ч/к
46.	55-98-1	Милеран (1,4-Бутандиолдиметилсульфонат) (лс)	инг
47.	-	Минеральные масла, кроме высокоочищенных белых медицинских, пищевых, косметических и белых технических масел	ч/к, инг
48.	7440-38-2	Мышьяк и его неорганические соединения	п/о, инг, ч/к
49.	91-59-8	2-Нафтиламин	инг, ч/к
50.	7440-02-0	Никель и его соединения	инг
51.	62-75-9	N-Нитрозодиметиламин	инг, п/о, ч/к
52.	55-18-5	N-Нитрозодиэтиламин	инг, п/о, ч/к
53.	16543-55-8 64091-91-4	N'-Нитрозоноринкотин (ННИ) 4-(N'-Метилнитрозамино)-1-(3-пиридил)-1-бутанол (ННК)	инг
54.	-	Отработавшие газы дизельных двигателей	инг
55.	1336-36-3	Полихлорированные бифенилы	инг, п/о, ч/к
56.	366-70-1	Прокарбазина гидрохлорид (лс)	инг
57.	75-56-9	Пропилен оксид	инг
58.	96-09-3	Стирол-7,8-оксид	инг, ч/к
59.	14807-96-6	Тальк, содержащий асбестоподобные волокна	инг
60.	10540-29-1	Тамоксифен (лс)	инг
61.	29767-20-2	Тенипозид (лс)	инг
62.	1746-01-6	2,3,7,8-Тетрахлордibenзо-	инг, п/о, ч/к

		пара-диоксин	
63.	127-18-4	Тетрахлорэтилен (Перхлорэтилен)	инг, ч/к
64.	52-24-4	Тиофосфамид (Тиотегф) (лс)	инг
65.	95-53-4	орто-Толуидин	инг, ч/к
66.	100-44-7 98-87-3 98-07-7 98-88-4	Толуолы альфа-хлорированные (бензилхлорид, бензалхлорид, бензотрихлорид и бензоилхлорид)	инг
67.	299-75-2	Треосульфат (лс)	инг
68.	126-72-7	Трис(2,3-дибромпропил)фосфат	инг, ч/к
69.	96-18-4	1,2,3-Трихлорпропан	инг, ч/к
70.	79-01-6	Трихлорэтилен	инг, ч/к
71.	62-44-2	Фенацетин и аналитические смеси, содержащие фенацетин (лс)	инг
72.	50-00-0	Формальдегид	инг
73.	305-03-3	Хлорамбуцил (лс)	инг, ч/к
74.	56-75-7	Хлорамфеникол (левометицин) (лс)	инг
75.	494-03-1	Хлорнафазин (лс)	инг, ч/к
76.	54749-90-5	Хлорзотоцин (лс)	инг
77.	107-30-2	Хлорметилметиловый эфир (технический)	инг
78.	95-69-2	4-Хлор-орто-толуидин	инг, ч/к
79.	13909-09-6	Семустин [1-(2-Хлорэтил)-3-(4-метилциклогексил)-1-нитрозомочевина (метил-CCNU)] (лс)	инг, ч/к
80.	13010-47-4	1-(2-Хлорэтил)-3-циклогексил-1-нитрозомочевина (CCNU) (лс)	инг, ч/к
81.	-	Хрома шестивалентного соединения	инг
82.	79217-60-0	Циклоспорин (лс)	инг
83.	50-18-0	Циклофосфамид (циклофосфан) (лс)	инг, ч/к
84.	15663-27-1	Цисплатин (лс)	инг, ч/к
85.	106-89-8	Эпихлоргидрин	инг, ч/к
86.	66733-21-9	Эрионит	инг
87.	- 56-53-1	Эстрогены нестероидные (лс) Диэтилстильбэстрол (лс)	инг, ч/к
88.	-	Эстрогены стероидные (лс)	инг, ч/к
89.	759-73-9	N-Этил-N-нитрозомочевина (лс)	инг, ч/к
90.	75-21-8	Этилена оксид	инг
91.	106-93-4	Этилендибромид	инг, ч/к
92.	33419-42-0	Этопозид (лс)	инг
93.	33419-42-0	Этопозид в комбинации с цисплатиной и блеомицином (лс)	инг
94.	76180-96-6	2-Амино-3-метилимидазо[4-5-f]-хинолин	п/о
95.	1303-00-0	Галлия арсенид	инг
96.	191-30-0	Дибенз(а,л) пирен	инг, ч/к
97.	22398-80-7	Индия фосфид	инг
98.	7440-48-4 12070-12-1	Кобальт металлический с карбидом вольфрама	инг

99.	-	Сажа черная	инг, ч/к
100.		Свинец соединения неорганические	инг, п/о
101.	27208-37-3	Циклопента(сд)пирен	инг, ч/к
102.	64-17-5	Этанол в алкогольных напитках	п/о
103.		Эстрогенотерапия постменопаузальная (лс)	-
104.		Эстроген-прогестаген комбинированная менопаузальная терапия (лс)	-
105.		Эстроген-прогестаген комбинированные оральные контрацептивы (лс)	-
106.	000051-79-6	Этилкарбамат (уретан)	инг
107.	224-42-0	Дибенз(а,ж)акридин	инг, п/о
108.	-	Кожевенная пыль	инг
109.	5522-43-0	1-Нитропирен	инг
110.	88-72-2	2-Нитротолуол	ч/к, инг
111.	7496-02-8	6-Нитрохризен	инг
112.	57465-28-8	3,3',4,4',5-Пентахлорбифенил (ПХБ-126)	инг, п/о, ч/к
113.	57117-31-4	2,3,4,7,8-Пентахлордibenзофуран	п/о, инг, ч/к
114.	75-87-6	Хлораль (2,2,2-трихлорацетальдегид)	инг
115.	302-17-0	Хлоралгидрат (2,2,2-трихлорацетальдегид моногидрат) (лс)	инг
116.	059536-65-1	Полибромированные бифенилы	инг, п/о

## III. Производственные процессы:

2.1. Процессы обработки древесины, производство изделий из дерева, сопровождающиеся поступлением в воздушную среду древесной пыли и/или формальдегида

2.2. Медеплавильное производство (плавильный передел, конверторный передел, огневое и электролитическое рафинирование, переработка анодных шламов)

2.3. Производственное воздействие радона и его короткоживущих дочерних продуктов в условиях горнодобывающей промышленности и в подземных сооружениях

2.4. Производство изопропилового спирта (сильнокислотный процесс)

2.5. Производство кокса, переработка каменноугольной, нефтяной и сланцевой смол, газификация угля

2.6. Производство резины и изделий из нее (подготовительное, основное и вспомогательное производство резины, шин, обуви, резинотехнических изделий)

2.7. Производство технического углерода

2.8. Производство угольных и графитовых изделий, а также обожженных анодов, анодных и подовых масс с использованием пеков

2.9. Производство чугуна и стали (агломерационные процессы, доменное и сталеплавильное производство), горячий прокат и литье из чугуна и стали

2.10. Электролитическое производство алюминия с использованием самоспекающихся анодов

2.11. Производственные процессы, связанные с воздействием аэрозоля серной кислоты или содержащих ее аэрозолей сильных неорганических кислот

2.12. Производство 1,1-диметилгидразина

2.13. Нефтеперерабатывающее производство (основное и вспомогательное производства)

2.14. Производственные процессы, в которых используются вещества и продукты, перечисленные в главе I приложения №2 к Санитарным правилам

2.15. Производство никеля (добыча и обогащение никельсодержащих руд, плавка на штейн, конвертирование, огневое и электролитическое рафинирование)

2.16. Производственные процессы, связанные с нанесением покрытий (окрасочные, антикоррозионные и другие работы) с использованием материалов, содержащих канцерогенные вещества

2.17. Процессы производства кожи, изделий из кожи и их ремонт, сопровождающиеся образованием кожевенной пыли и/или использованием/образованием соединений, включенных в настоящие санитарные правила

2.18. Ручная электродуговая и газовая сварка и резка металлов

### **III. Физические факторы**

3.1. Ионизирующее излучение:

1) Альфа- и бета-излучения (при поступлении источников излучения в организм)

2) Фотонное (рентгеновское и гамма) излучение

3) Нейтронное излучение

3.2. Воздействие инсоляции, в ходе осуществления производственных процессов на открытом воздухе

3.3. УФ-радиация (полный спектр) (100-400 нм)

3.4. УФ-А излучение (315-400 нм)

3.5. УФ-В излучение (280-315 нм)

3.6. УФ-С излучение (100-280 нм)

3.7. Радон и его короткоживущие дочерние продукты распада

**IV. Биологические факторы, участвующие в производственном процессе**

4.1. Вирус гепатита В

4.2. Вирус гепатита С

4.3. Вирус папилломы человека (тип 16, 18, 31, 33, 35, 39, 45, 51, 52, 56, 58, 59, 68)

4.4. Вирус Эпштейна-Барр

4.5. Герпес-вирус (тип 8)

4.6. Вирус Т-клеточного лейкоза

4.7. Вирус иммунодефицита человека 1-го типа

4.8. Бактерия *Helicobacter pylori*

4.9. Печеночные трематоды:

4.9.1. *Clonorchis sinensis*

4.9.2. *Opistorchis viverrini*

4.9.3. *Opistorchis felinus*

4.10. Трематода: *Schistosoma haematobium*

*Учебное издание*

доктор медицинских наук **Почкаева Е.И.**,  
кандидат медицинских наук **Попова Т.В.**

## **КАНЦЕРОГЕНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Подписано в печать 11.05.2023 г.

Бумага офсетная. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Тираж 300 экз.

Усл. печ. лист. 6.68. Уч.-изд. л. 5,0. Заказ № 9026.

Отпечатано в отделе полиграфической, корпоративной и сувенирной продукции  
Издательско-полиграфического комплекса КИБИ МЕДИА ЦЕНТРА ЮФУ.  
344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 200/1, тел (863) 243-41-66.