

Лекция 9. Гигиеническое нормирование

Гигиеническое регламентирование.

В соответствии с государственным законодательством РФ все химические вещества, обращающиеся в народном хозяйстве, подлежат обязательной токсикологической оценке и гигиеническому регламентированию.

Санитарно-гигиенические нормативы — это качественные и количественные показатели, соблюдение которых гарантирует безопасные или оптимальные условия существования человека. Под **гигиеническим регламентированием** понимается выполнение

стандартного набора обязательных требований с целью обеспечения безопасного для здоровья человека производства или применения товарной продукции.

В связи с высокой социальной значимостью охраны здоровья человека санитарно-гигиеническое нормирование в нашей стране было разработано и внедрено в практику управления природопользования хронологически первым. Поэтому методологическая база гигиенического нормирования в настоящее время является теоретически обоснованной, методически проработанной и организационно оформленной.

Применительно к токсиколого-гигиенической оценке химических веществ можно выделить следующие уровни регламентирования, предусмотренные Федеральным законом России "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" (№ 52-ФЗ от 30 марта 1999 г.):

- Санитарно-эпидемиологическое заключение — документ, удостоверяющий соответствие (не соответствие) санитарным правилам факторов среды обитания, хозяйственной или иной деятельности, продукции, работ и услуг, а также проектов нормативных актов, проектов строительства объектов, эксплуатационной документации.
- Государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы.
- Ведение государственных регистров потенциально опасных для человека химических, биологических веществ и отдельных видов продукции
- Государственная регистрация потенциально опасных химических и биологических веществ.

Каждый из перечисленных уровней регламентирования в зависимости от свойств вещества и условий его обращения включает необходимый объем токсиколого-гигиенической информации, предусмотренный соответствующими нормативно-техническими документами. Диапазон этих требований достаточно широк, от первичной токсиколого-гигиенической оценки до разработки санитарно-гигиенического норматива по

полной программе экспериментально-токсикологических и эпидемиолого-гигиенических исследований.

Объем токсикологической информации, необходимой для обеспечения требуемого уровня регламентирования, зависит:

- от целей, задач и масштабов производства и применения веществ,
- физико-химических свойств вещества,
- степени токсичности и опасности,
- числа контактирующих людей, актуальности (приоритетности) для экономики страны,
- распространенности в объектах окружающей среды,
- а также ряда других показателей, имеющих значение для оценки возможности влияния вещества на здоровье человека.

В обоснование выбора веществ применительно к уровню их регламентирования положен поэтапный принцип, состоящий из 4 этапов.

Этап I. Осуществляются сбор и обработка информации, необходимой и достаточной для решения вопроса о целесообразности проведения токсикологических исследований.

Этап II. На основании анализа имеющейся информации определяются вещества, нуждающиеся и не нуждающиеся в разработке гигиенических нормативов, определяется объем данных, достаточный для регламентирования.

Этап III. Определяются очередность и объем исследований, необходимых для оценки опасности и ускоренного обоснования гигиенических нормативов (ОБУВ, ОДУ, ПДК).

Этап IV. Принимается решение о разработке гигиенических нормативов на основе проведения токсиколого-гигиенических исследований в соответствии с существующими методическими указаниями. В случае достаточности информации, необходимой для регламентирования, токсикологические исследования по числу этапов работ могут быть ограничены.

При наличии официальной зарубежной информации об опасных свойствах веществ и количественных параметрах опасности, возможно использование этих сведений для принятия решения о необходимости и приоритетности гигиенического нормирования.

В реальной жизни люди подвергаются целому комплексу факторов воздействия. При этом одновременное воздействие нескольких факторов одной природы определяется как комбинированное действие, различной природы — **сочетанное действие**. О комплексном действии говорят, когда одно и то же соединение поступает в организм различными путями. В настоящее время в практике нормирования природопользования учитывается комбинированное действие (например, нескольких химических соединений; нескольких

радионуклидов и т.д.) и комплексное (учет суммарной дозы облучения организма с учетом всех путей поступления радионуклидов).

При совместном действии нескольких химических веществ возможны 5 вариантов эффекта на организм человека: независимое действие, суммирование, антагонизм, синергизм (эффект, превышающий суммирование), изменение характера действия (например, появление мутагенных свойств).

В настоящее время на уровне нормативов учитывается комбинированное действие химических веществ. При этом наиболее изученным является **эффект суммирования**.

Эффектом суммированного действия обладают многие токсичные вещества, т. е. их смеси оказывают более токсичное воздействие на живые организмы, чем отдельные компоненты. Это можно сказать о смесях ацетона и ацетофенона; диоксида и триоксида серы и оксидов азота; сильных минеральных кислот (HCl , HNO_3 , H_2SO_4); валериановой, капроновой и масляной кислот; диоксида серы и фтороводорода; диоксида серы и фенола и многих других.

Принципы суммирования можно применять и при расчете комплексного действия вещества на человека, например, по формуле:

$$C_{\text{атм}}/\text{ПДК}_{\text{атм}} + C_{\text{вод}}/\text{ПДК}_{\text{вод}} + C_{\text{прод}}/\text{ПДК}_{\text{прод}} \leq 1,$$

где в числителе концентрация, а в знаменателе ПДК вещества, поступающего в организм с воздухом, водой, пищей.

В настоящее время учитывается эффект суммирования при действии 33 комбинаций вредных веществ в воздухе. В водных объектах эффект суммирования учитывается через лимитирующий показатель вредности. По другим эффектам имеются лишь обрывочные данные научных исследований, в нормативах они не учтены.

В практике санитарно-гигиенического нормирования качества компонентов окружающей природной среды можно отметить, что установление качества компонентов окружающей среды осуществляется, главным образом, на основе санитарно-гигиенических принципов. В то же время необходимо подчеркнуть, что санитарно-гигиенические нормативы не могут служить базой для защиты природных компонентов, так как они часто не учитывают соотношения порогов чувствительности человека и других природных объектов, пренебрегают эффектами кумуляции и миграции, изменением химических форм в окружающей среде и другими экологическими особенностями.

Перспективы нормирования качества компонентов окружающей среды связаны с созданием единой системы эколого-гигиенического нормирования, где в качестве норматива

могут быть установлены наиболее жесткие количественные показатели для человека и различных экосистем.

Одной из основных задач профилактической токсикологии является проведение экспериментальных исследований с целью обоснования гигиенических нормативов либо разработки иных показателей, необходимых для санитарно-гигиенического регламентирования химических веществ в окружающей среде.

Наиболее полным в связи с этим является экспериментальное обоснование ПДК вредного вещества. Эксперименты по обоснованию ПДК проводятся в соответствии с утвержденными методическими указаниями (МУ МЗ СССР 04.04.1980, № 2163-80, ВМУ, МЗ СССР 15.06.1988, М., 1989, МУ 2.1.5.720-98).

Предельно допустимые концентрации (ПДК)

Основными контрольными показателями нормирования загрязняющих веществ являются ПДК — количество загрязняющего вещества в окружающей среде, при постоянном контакте или при воздействии за определенный промежуток времени не влияющее на здоровье человека и не вызывающее неблагоприятных воздействий на его потомство.

Нормирование производится отдельно для каждого компонента окружающей среды. ПДК загрязняющих веществ для воздуха, воды, почвы, для пищевых продуктов и кормов устанавливаются в законодательном порядке или рекомендуются компетентными учреждениями. В настоящее время установлены ПДК большого количества вредных веществ для воздушной и водной среды и сравнительно недавно начаты исследования по разработке ПДК загрязняющих веществ для почвы.

Для определения ПДК строится зависимость доза — эффект, по которой определяется минимально действующая и максимально недействующая концентрация (Рис.6.2.1). ПДК, как правило, устанавливаются на уровне в 2-3 раза более низком, чем порог хронического действия, то есть в качестве ПДК принимается подпороговая максимально недействующая концентрация с соответствующим **коэффициентом запаса**, устанавливаемым в зависимости от потенциальной опасности соединения. Коэффициент запаса чаще всего принимается равным 3 - 10. При выявлении специфического действия вещества — мутагенного, канцерогенного и др. ПДК снижают в 10 раз и более.

Для веществ, на которые не установлены ПДК, разрабатываются временные нормативы, например ОБУВ — ориентировочные безопасные уровни воздействия — определяются экспериментальными и расчетными методами.

Нормирование загрязняющих веществ в воздушной среде.

Для санитарной оценки воздушной среды используется несколько видов предельно допустимых концентраций вредных веществ, в том числе ПДК для рабочей зоны (ПДК_{р.з.}), максимальная разовая (ПДК_{м.р.}) и среднесуточная (ПДК_{с.с.}), которые установлены на основе оценки реакций организма человека на присутствие в воздухе токсикантов.

ПДК_{р.з.} — предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м³ (табл.6.1.). Концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должны вызывать у работающих при ежедневном вдыхании в течение 8 ч за все время рабочего стажа каких-либо заболеваний или отклонений от нормы в состоянии здоровья, которые могли бы быть обнаружены современными методами исследования непосредственно во время работы или в отдаленные сроки. При этом рабочей зоной считается пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой расположены места постоянного или временного пребывания работающих.

Таблица 1. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

(извлечение из ГОСТ 12.1.005—88)

Наименование вещества	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Азота диоксид	2	3
Алюминий и его сплавы (в пересчете на алюминий)	2	3
Аминопласты (пресс-порошки)	6	3
Ангидрид серный (триоксид серы) +	1	2
Ангидрид сернистый (диоксид серы) +	10	3
Бензол +	15/5	2
Бенз(а)пирен	0,00015	1
Водород фтористый (фтороводород) (в пересчете на F)	0,5/0,1	1
Медь	1/0,5	2
Никеля карбонил	0,0005	1
Ртуть металлическая	0,01/0,005	I

Свинец и его неорганические соединения по (Pb)	0,01/0,005	1
------------------------------------------------	------------	---

ПДК_{м.р.} — максимальная разовая концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, мг/м³, которая не должна вызывать реакций в организме человека (табл.6.2.). Максимально разовая ПДК — концентрация 20 — 30 - минутного осреднения, определяется на основании изучения прежде всего рефлекторного действия веществ: обонятельной функции организма, функционального состояния зрительного анализатора и т.п.

Таблица 2. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ (мг/м) в атмосферном воздухе населенных мест

Вещество	ПДК_{МР}	ПДК_{СС}	Класс опасности
Диоксид азота	0,085	0,04	2
Оксид азота	0,6	0,06	3
Бенз(а)пирен	—	0,1мкг/100м ³	1
Бензол	1,5	0,1	2
Диоксид серы	0,5	0,05	3
Неорганическая пыль	0,15	0,05	3
Свинец и его соединения, кроме тетраэтилсвинца (в пересчете на Pb)	—	0,0003	1
Оксид углерода	5	3	4

ПДК_{с.с.} — среднесуточная предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, мг/м³. Эта концентрация вредного вещества не должна оказывать прямого или косвенного вредного воздействия на организм человека в условиях неопределенно долгого круглосуточного вдыхания. Среднесуточная ПДК — концентрация длительного осреднения, определяется на основе изучения резорбтивного (общетоксического, аллергенного, гонадотоксического, эмбриотропного, мутагенного и т.п.) действия атмосферных загрязнений.

В основу ПДК_{с.с.} положен принцип предотвращения общетоксического действия на организм.

В настоящее время действуют нормативные документы: «ПДК вредных газов, паров и аэрозолей в воздухе рабочей зоны», установленные для 445 загрязняющих веществ, и «ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест», включающие 109 загрязняющих веществ.

Нормирование загрязняющих веществ в водной среде

Для водных объектов ПДК устанавливаются в зависимости от целей водопользования. Для воды установлены ПДК более чем 960 химических соединений. Различают ПДК для водных объектов хозяйственно-питьевого (ПДК_{хп}), культурно-бытового (ПДК_{кб}) и рыбохозяйственного водопользования (ПДК_{рх}). В основе регламентирования содержания загрязняющих веществ в водных объектах лежат тесты, учитывающие следующие показатели вредного воздействия:

- санитарно-токсикологический — исходит из оценки влияния веществ на организм человека (для ПДК_{хп}, ПДК_{кб}) и гидробионтов (ПДК_{рх});
- органолептический — исходит из оценки влияния веществ на органолептические показатели качества воды (цвет, запах и т.п.);
- общесанитарный — исходит из оценки влияния веществ на процессы самоочищения водных объектов.

Наименьшая допустимая по каждому тесту концентрация принимается в качестве ПДК с указанием *лимитирующего показателя вредности* (ЛПВ), по которому она установлена.

Важно отметить, что при разработке ПДК_{рх} учитывается ряд экосистемных показателей, таких как обеспечение качества среды обитания рыб, поддержания их кормовой базы и т.д. В этом смысле они наиболее близки к экологическим нормативам.

Нормирование загрязняющих веществ в почве.

Установление ПДК загрязняющих веществ в почвах усложняется тем, что, с одной стороны, почвенный покров — среда, гораздо менее подвижная, чем поверхностные воды и атмосфера, и аккумуляция поступающих в почву химических соединений может происходить в течение долгого времени, постепенно приближаясь к предельно допустимым концентрациям. С другой стороны, активная микробиологическая жизнь почвы и

протекающие в ней физико-химические процессы способствуют трансформации токсичных веществ, поступающих в почву.

ПДК загрязняющих веществ в почвах определяется не только их химической природой и токсичностью, но и особенностями самих почв. В отличие от воздуха и воды почвы зонально-генетического ряда настолько разнятся друг от друга по химическому составу и свойствам, что для них не могут быть установлены унифицированные уровни ПДК. Эти уровни должны варьировать в зависимости от конкретной обстановки: биоклиматических особенностей природной зоны, свойств почвы, возделываемых культур, системы удобрений, агротехники и т. п.

От других компонентов биосферы почва отличается еще и тем, что загрязняющие вещества поступают в нее не только с атмосферными осадками, поливными водами, в составе различных отходов, но и вносятся преднамеренно, как удобрения и ядохимикаты.

При превышении допустимых значений содержания загрязняющих веществ в почвах эти элементы накапливаются в растениях в количествах, превышающих их ПДК продуктах питания и в кормах.

Принципы нормирования химических загрязнений почвы несколько отличаются от принятых для атмосферного воздуха и природных вод, так как поступление вредных веществ в организм человека и животных непосредственно из почвы практически не происходит. В основном химические соединения, находящиеся в почве, поступают в организм через другие субстраты, контактирующие с почвой — воду, воздух, растения. Поэтому при определении ПДК загрязняющих веществ в почве особое внимание уделяется тем соединениям, которые могут мигрировать в атмосферу, грунтовые или поверхностные воды или накапливаться в растениях, снижая качество сельскохозяйственной продукции.

Определение ПДК загрязняющих почву веществ осуществляется по ряду тестов, учитывающих 6 показателей вредного воздействия: органолептического, общесанитарного, фитоаккумуляционного, миграционно-водного, миграционно-воздушного, токсикологического.

В эксперименте используется эталонная дерново-подзолистая почва. Минимальная из допустимых концентраций принимается в качестве ПДК. Таким образом, при установлении ПДК для почв реализованы как гигиенические (через токсикологический показатель), так и некоторые экологические (через другие показатели) подходы к нормированию содержания загрязняющих веществ.

Нормирование загрязняющих веществ в почве имеет три направления:

- нормируется содержание ядохимикатов в пахотном слое почвы сельскохозяйственных угодий;

- нормируется накопление токсичных веществ на территории предприятия;
- нормируется загрязненность почвы в жилых районах, преимущественно в местах хранения бытовых отходов в соответствии с ГОСТ 17.4.2.03-86 (Охрана природы. Почвы. Паспорт почвы) и ГОСТ 17.4.1.02-83 (Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения).

В пахотном слое ядохимикаты нормируются по двум показателям:

- **предельно допустимым концентрациям** (ПДК_п);
- **временно допустимым концентрациям** (ВДК_п).

Для установления ПДК_п используют данные о фоновых концентрациях исследуемых веществ, их физико-химических свойствах, параметрах стойкости, токсичности. При этом экспериментально устанавливают:

- допустимую концентрацию вещества в почве, при которой его содержание в пищевых и кормовых растениях не превысит некоторых допустимых остаточных количеств (ДОК), иначе называемых ПДК в продуктах питания;
- допустимую (для летучих веществ) концентрацию, при которой поступление вещества в воздух не превысит установленных ПДК для атмосферного воздуха (ПДК_{ав});
- допустимую концентрацию, при которой поступление вещества в не грунтовые воды не превысит ПДК для водных объектов;
- допустимую концентрацию, не влияющую на микроорганизмы и процессы самоочищения почвы.

Наиболее жесткие из названных показателей принимаются в качестве ПДК_п, причем сравнение идет по одноименным показателям вредности. Установлены ПДК_п в основном для ядохимикатов, применяемых для защиты растений от вредителей, болезней, сорняков (табл.6.3.).

Временно допустимые концентрации (ВДК_п) в отличие от ПДК_п определяются расчетным путем для всех пестицидов, которые разрешены к этим испытаниям или в силу своих химических особенностей не требуют обязательного определения ПДК.

Много внимания уделяется разработке нормативов содержания в почве тяжелых металлов, негативно влияющих на почвенные процессы, плодородие почв и качество сельскохозяйственной продукции.

Предельно допустимыми количествами тяжелых металлов в почве называют такую их концентрацию, которая при длительном воздействии на почву и произрастающие на ней растения не вызывает каких-либо патологических изменений или аномалий в ходе биологических процессов и не приводит к накоплению токсичных элементов в

сельскохозяйственных культурах и, следовательно, не может нарушить биологический оптимум.

Таблица 3. ПДК_п для ядохимикатов, применяемых для защиты в сельском хозяйстве.

Пестицид		ПДК _п , мг/кг
Хлорамп	(арборицид)	0,05
Прометрин	(арборицид)	0,5
Сивин	(инсектицид)	0,05
ДДТ	(инсектицид)	0,1
Хлорофос	(инсектицид)	0,5
Полихлорпинен	(инсектицид)	0,5
Полихлоркамфен	(инсектицид)	0,5
Гексахлоран	(инсектицид)	1,0

В настоящее время для ряда тяжелых металлов установлены *ориентировочно допустимые количества (ОДК)* их содержания в почвах, утвержденные приказами органов здравоохранения № 1968—79, 25546—82, 3210—85 и 4433—87, которые используются вместо ПДК (табл. 6.4.).

Таблица 4. ОДК (ПДК) тяжелых металлов в почве, мг/кг

Металл	ОДК (ПДК)	Форма элемента
Мышьяк	2,0	<i>Валовое содержание</i>
Ртуть	2,1	<i>Валовое содержание</i>
Свинец	32,0	<i>Валовое содержание</i>
Свинец + ртуть	20,1 + 1,0	<i>Валовое содержание</i>
Хром (VI)	0,05	<i>Валовое содержание</i>
Марганец	1500	<i>Валовое содержание</i>
Ванадий	150	<i>Валовое содержание</i>
Марганец + ванадий	1000 + 100	<i>Валовое содержание</i>
Сурьма	4,5	<i>Валовое содержание</i>

Медь	3,0	<i>Подвижные соединения</i>
Никель	4,0	<i>Подвижные соединения</i>
Цинк	23,0	<i>Подвижные соединения</i>
Кобальт	5,0	<i>Подвижные соединения</i>
Хром	6,0	<i>Подвижные соединения</i>

В 1995 г. Госкомсанэпиднадзором России выпущены Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.020—94 «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах» (Дополнение № 1 к перечню ПДК и ОДК № 6229—91) с учетом некоторых физико-химических свойств почв. Данные ОДК необходимы для установления научно обоснованных ПДК тяжелых металлов в различных почвах. Однако они разработаны только для шести элементов и представляют собой фиксированные значения, а не интервалы колебаний этих величин.

Почвенный уровень нормирования подразделяют на *транслокационное* (переход элемента в растение), *миграционное воздушное* (переход в воздух), *миграционное водное* (переход в воду) и *общесанитарное*, гигиеническое влияние на самоочищающую способность почвы и почвенный микробиоценоз (табл. 6.5.).

Восстановление биологической продуктивности почв, загрязненных тяжелыми металлами — одна из наиболее сложных проблем охраны биоценозов.

Таблица 5. ПДК химических элементов в почвах и допустимые уровни их содержания по показателям вредности на 01.01.1991 г.
(Госкомприрода СССР, № 02-2333 от 10.12.90)

ЭЛЕМЕНТ	ПДК, мг/кг почвы с учетом фона	ПОКАЗАТЕЛИ ВРЕДНОСТИ			
		транслокационный (накопление в растениях)	миграционный		Общесани- тарный
			водный	воздушный	
<i>Водорастворимые формы</i>					
Фтор	10	10	10	—	25
<i>Подвижные формы</i>					

Фтор	2,8	2,8	—	—	—
Медь	3,0	3,5	72	—	3,0
Никель	4,0	6,7	14	—	4,0
Цинк	23,0	23,0	200	—	37
Кобальт	5,0	25,0	Более 1000	—	5,0
Хром	6,0	—	—	—	6,0
<i>Валовое содержание</i>					
Свинец	30,0	35,0	260	—	30,0
Ртуть	2,1	2,1	33,3	2,5	5,0
Свинец + ртуть	20,0+ 1,0	20,0+ 1,0	30,0 + 2,0	—	30,0 + 2,0
Медь	~55	—	—	—	—
Никель	~85	—	—	—	—
Цинк	~100	—	—	—	—
Сурьма	4,5	4,5	4,5	—	50
Марганец	1500	3500	1500	—	1500
Ванадий	150	170	350	—	150
Мышьяк	2,0	2,0	15,0	—	10,0

Нормирование загрязняющих веществ в пищевых продуктах.

Одной из важнейших задач современности является обеспечение населения качественными продуктами питания. В то же время, проводимый контроль за присутствием чужеродных веществ в продуктах питания свидетельствует об их наличии в основных продуктах питания (табл.5.1.).

Предельно допустимые концентрации вредных химических соединений в продуктах питания (ПДК_{пр}) разработаны для ряда химических элементов, способных вызвать патологический эффект. «Временные гигиенические нормативы содержания химических элементов в основных пищевых продуктах» (1982) предусматривают дифференцирование ПДК_{пр} по различным видам продуктов (табл. 6.6.).

Для ряда сельскохозяйственных культур установлены ПДК_{пр} пестицидов и их метаболитов. Гигиенические нормативы учитывают физико-химические свойства пестицидов, время сохранения их остатков и метаболитов в пищевых продуктах, способы

применения и особенности самих продуктов, т. е. рН клеточного сока, активность ферментных систем, проницаемость клеточных мембран. Поскольку экспериментальное определение ПДК_{пр} весьма длительно, для установления **временно допустимых концентраций** пестицидов в продуктах питания (ВДК_{пр}) используют расчетные методы.

Таблица 6. ПДК химических элементов в пищевых продуктах
(мг/кг продукта)

Элемент	Виды продуктов						
	<i>рыбные</i>	<i>мясные</i>	<i>молочные</i>	<i>хлеб, зерно</i>	<i>овощи</i>	<i>фрукты</i>	<i>соки</i>
Алюминий	30,0	10,0	1,0	20,0	30,0	20,0	10,0
Железо	30,0	50,0	3,0	50,0	50,0	50,0	15,0
Йод	2,0	1,0	0,3	1,0	1,0	1,0	1,0
Кадмий	0,1	0,05	0,01	0,022	0,03	0,03	0,002
Медь	10,0	5,0	0,5	5,0	10,0	10,0	5,0
Мышьяк	1,0	0,5	0,05	0,2	0,2	0,2	0,2
Никель	0,5	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5	0,3
Олово	200,0	200,0	100,0	—	200,0	100,0	100,0
Ртуть	0,5	0,03	0,005	0,01	0,02	0,01	0,005
Свинец	1,0	0,5	0,05	0,2	0,5	0,4	0,4
Селен	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Сурьма	0,5	0,1	0,05	0,1	0,3	0,3	0,2
Фтор	10,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Хром	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
Цинк	40,0	40,0	5,0	25,0	10,0	10,0	10,0

В последний период особую значимость приобретают вопросы контроля безопасных доз **пищевых добавок**, которые получили широкое распространение.

Пищевые добавки это вещества, специально добавляемые в продукты питания для придания им способности к длительному хранению, специфического вкуса, цвета, аромата, формы и консистенции.

Необходимость применения пищевых добавок продиктована несколькими причинами:

- первая причина - наиболее рациональное использование выращенных и произведенных сельскохозяйственных продуктов. Это связано с тем, что в процессе приготовления теряется ценная часть произведенного сельскохозяйственного сырья. Например, из бульона с пищевыми добавками производят продукт "Gallina Blanca", "Maggi" и другие;
- вторая причина - невозможность использования ранее доступного сырья. С целью устранения вредного воздействия диацетила, содержащегося в сливочном масле, на организм человека производят сливочные масла без него, но с добавлением других пищевых добавок. Вторым примером связан с производством всемирно известного напитка "Coca-cola". 8 мая 1886 года фармацевт из Атланты (штат Джорджия, США) Джон Стайн Пембертон, работая у себя дома, приготовил в латунном котелке сироп. По совету аптекаря аптеки "Джакобс", находящейся по соседству, в сироп добавили воду, насыщенную углекислым газом. Так состоялось рождение "Coca-cola". Формула напитка не раскрыта до сих пор. Однако известно, что первоначально в "Coca-cola" входил натуральный экстракт растения коки, содержащий кокаин, а также лимон, апельсин, корицу, сахар и другие компоненты. В то время кокаин был официально разрешенным препаратом в медицине и широко применялся для местной анестезии. Кокаин является **наркотическим средством**, вызывающим психологическое привыкание. В 1905 году был получен новый препарат - новокаин, сохранивший обезболивающие свойства кокаина, но не оказывающий свойственного ему наркотического действия. С тех пор новокаин постепенно полностью вытеснил кокаин из медицины. Кампания по борьбе с наркоманией заставила компанию "Coca-cola" найти заменитель экстракта коки в напитке - пищевую добавку;
- третья причина необходимости использования пищевых добавок - это создание новых видов продуктов из нетрадиционного сырья. Бурный рост народонаселения планеты и ограниченность площадей для сельскохозяйственного производства вынуждают для обеспечения населения продовольствием заниматься поиском новых источников получения продуктов.

В отличие от методов определения ПДК для воздушной и водной среды, определение безопасных доз в пищевых продуктах имеет ряд особенностей. Первая из них заключается в том, что эксперименты контролируются международной организацией - ЖЕСФА (объединенным комитетом экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам).

Эксперименты проводятся в три этапа.

1 этап - субхронический (подострый) эксперимент.

В течение 90 дней лабораторным животным скармливают пищевую добавку с обычной лабораторной пищей. Если крысы или мыши отказываются употреблять пищу с

пищевой добавкой, то перед началом экспериментов животных приучают в небольших дозах кушать ее. При этом обращают внимание :

- на функциональные проявления, то есть общее воздействие на организм. Экспериментальные животные не должны снижать темпы набора массы, худеть, менять поведенческие реакции;

- на морфологические проявления неопухолевого характера, т.е. воздействие на органы и ткани, в первую очередь желудочно - кишечный тракт;

- на неопластические проявления, т.е. образование опухолей. Вещества, способствующие образованию опухолей, являются канцерогенными и запрещаются к использованию в качестве пищевых добавок. Однако в состав традиционных пищевых продуктов могут входить канцерогенные вещества. Запрещение этих веществ привело бы к запрещению соответствующих продуктов. Так канцерогенный риск при употреблении 15 г сырых грибов шампиньонов (*Agaricus bisporus*) равен 0.1%. Это говорит о чрезвычайно опасных условиях и обусловлено наличием в грибах смеси гидразинов. Однако этот вид выращивают в промышленных масштабах во многих странах мира более чем 300 лет и запретить собирать и кушать эти грибы невозможно;

- на влияние пищевой добавки на репродуктивную функцию и развитие потомства. Именно для определения этого влияния пищевой добавки используются самки. Это еще одно отличие экспериментов по разрешению пищевых добавок от методов определения ПДК. Срок беременности крыс 20 - 26 дней, и они дают до 9 пометов в год по 5 - 9 детенышей. Иными словами за время проведения эксперимента крыса должна как минимум дважды приносить детенышей;

- на метаболизм, то есть превращения исходной пищевой добавки в организме. Метаболиты пищевой добавки не должны быть канцерогенными, мутагенными и задерживаться в организме более 24 часов. Если из пищевой добавки получаются канцерогенные вещества в организме, то она будет запрещена. Так не используются в качестве пищевых добавок N - нитрозоамины, карбаматы, ароматические амины, полициклические ароматические углеводороды, канцерогенность которых или их метаболитов доказана. Но эти вещества присутствуют в традиционных пищевых продуктах. Так по некоторым данным канцерогенный риск от присутствия в 100 г бекона диметилнитрозамина равен 0,003 %, а диэтилнитрозамина 0,006%.

Если пищевая добавка или продукты ее метаболизма не выводятся из организма в течение 24 часов, то это приведет к кумулятивному эффекту, то есть ее накапливанию. Использование таких пищевых добавок запрещается. Таким образом, в ходе субхронического эксперимента определяется характер токсического действия, но, в отличие

от расчетов ПДК, здесь уже на первом этапе некоторые вещества могут быть запрещены для использования в качестве пищевой добавки.

2 этап - хронический (острый) эксперимент.

Максимальная длительность этого эксперимента - 104 недели - определяется токсичным действием пищевой добавки. Если на стадии субхронического эксперимента даже очень большие дозы вещества не давали токсического действия, то этот этап не нужен и вещество может быть разрешено к использованию.

На этом этапе определяется максимально недействующая доза - доза, которая не дает токсического эффекта на протяжении 104 недель. Во время этого эксперимента продолжаются субхронические исследования по изучению влияния на репродуктивную функцию и развитие потомства. Этот опыт продолжают на 6 поколениях. На основе максимально недействующей дозы (МНД) рассчитывается допустимое суточное потребление для взрослых и детей.

Допустимое суточное потребление - количество вещества, которое можно применять в пищу ежедневно в течение всей жизни без риска для здоровья. Оно включает в себя не только количество добавляемого вещества, но и естественное содержание этого вещества в суточном наборе продуктов питания.

3 этап - определение ориентировочной дозы добавки в продукте.

На основании утвержденного допустимого суточного потребления, структуры питания (доли тех или иных продуктов в суточном наборе), а также естественного содержания вещества в данной категории продукта, органы каждой страны определяют **ориентировочную дозу** в продукте питания. Структура питания изменяется от страны к стране, естественное содержание вещества в продукте также изменяется. Поэтому ориентировочная доза пищевой добавки в одном и том же продукте разных стран различна. Органом, определяющим дозы пищевых добавок в продуктах питания могут быть Институты гигиены питания или другие организации. На основании ориентировочной дозы в продукте питания пищевая добавка добавляется в продукт.

Далее проводится хронический эксперимент на определение отсутствия токсичных последствий для организма пищевой добавки в составе конкретного продукта. Исключения составляют вещества с неопределенной токсичностью в ходе субхронического эксперимента. Определенная таким образом доза является максимальной безопасной дозой, разрешенной в составе конкретного продукта.

Нормирование радиоактивных веществ.

В настоящее время в Российской Федерации утверждены нормативы ПДК некоторых радиоактивных веществ в воздушной и водной средах (табл. 6.7.).

Таблица 7. ПДК радиоактивных веществ в воздухе и воде, Бк/л

РАДИОАКТИВНЫЙ ИЗОТОП	ВОЗДУХ РАБОЧИХ ПОМЕЩЕНИЙ	ВОДА ОТКРЫТЫХ ВОДОЕМОВ
Уран	$5 \cdot 10^8$	$19 \cdot 10^8$
Фосфор -32	3,7	$3,7 \cdot 10^2$
Сера-35	37	$18,5 \cdot 10^4$
Кобальт-60	1,85	185
Стронций-90	0,185	18,5

Главной целью радиационной безопасности является охрана здоровья людей от вредного воздействия ионизирующего излучения путем соблюдения норм радиационной безопасности без обоснованных ограничений полезной деятельности при использовании излучения в различных областях хозяйства, науки и медицины.

Основным документом, регламентирующим уровни воздействия ионизирующих излучений в России, являются «аботники) - лица, которые постоянно или временно **«Нормы радиационной безопасности»** (НРБ-96, 1996). НРБ-96 устанавливают следующие категории облучаемых лиц:

- **Категория А** — персонал (профессиональные рно работают непосредственно с источниками ионизирующих излучений;
- **Категория Б** — ограниченная часть населения — лица, которые не работают непосредственно с источниками ионизирующего излучения, но по условиям проживания или размещения рабочих мест могут подвергаться воздействию радиоактивных веществ;

Нормы радиационной безопасности НРБ-96 применяются для обеспечения безопасности человека во всех условиях воздействия на него ионизирующего излучения искусственного и природного происхождения.

Повышенное облучение персонала (категория А) при ликвидации аварии выше установленных дозовых пределов (табл. 6.8.) может быть разрешено только в тех случаях, когда нет возможности принять меры, исключаящие их превышение, и может быть оправдано лишь спасением жизни людей, предотвращением дальнейшего развития аварии и

облучения большого числа людей. Планируемое повышенное облучение допускается только для мужчин старше 30 лет лишь при добровольном письменном согласии, после информирования о возможных дозах облучения при ликвидации аварии и риске для здоровья.

Таблица 8. Основные дозовые пределы

Дозовые пределы	Нормируемые величины			
	Эффективная доза	Эквивалентная доза за год		
		в хрусталике	в слое кожи толщиной 5 мг/см ²	в кистях и стопах
Категория А	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	150 мЗв	500 мЗв	500 мЗв
Категория Б	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год	15 мЗв	50 мЗв	50 мЗв

Планируемое повышенное облучение в дозе не более 100 мЗв/год допускается с разрешения территориальных органов Госсанэпиднадзора, а облучение в дозе не более 200 мЗв/год — только с разрешения Госкомсанэпиднадзора России.

Лица, подвергшиеся однократному облучению в дозе, превышающей 100 мЗв, в дальнейшей работе не должны подвергаться облучению в дозе свыше 20 мЗв/год.

Однократное облучение в дозе свыше 200 мЗв/год должно рассматриваться как потенциально опасное. Лица, подвергшиеся такому облучению, должны немедленно выводиться из зоны облучения и направляться на медицинское обследование.

Для женщин в возрасте до 45 лет, работающих с источниками ионизирующего излучения, вводятся дополнительные ограничения: эквивалентная доза в коже на поверхности нижней части живота не должна превышать 1 мЗв в месяц, а поступление радионуклидов в организм не должно превышать за год 1/20 предела годового поступления

для персонала. При этом эквивалентная доза облучения плода за 2 месяца невыявленной беременности должна не превышать 1 мЗв.

При установлении беременности женщина обязана информировать администрацию и должна переводиться на работу, не связанную с излучением на весь период беременности и на весь период грудного вскармливания ребенка.

Для студентов и учащихся в возрасте до 21 года, проходящих обучение с использованием источников радиации, годовые накопления дозы не должны превышать значений, установленных для лиц из населения (категория Б).

Эффективная доза, обусловленная облучением природными источниками ионизирующего излучения в производственных условиях, для работников (категория Б), не относящихся к категории персонала, не должна превышать 5 мЗв/год. При этом численные значения радиационных факторов, соответствующие при монофакторном воздействии эффективной дозы 5 мЗв/год при продолжительности работы 2000 ч/год и средней скорости дыхания 1,2 м³/ч, составляют:

- а) среднегодовая мощность дозы γ -облучения на рабочем месте — 3,8 мЗв/ч;
- б) среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность радона (Rn-222) в воздухе зоны дыхания — 310 Бк/м³;
- в) среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность торона (Rn-220) в воздухе зоны дыхания — 68 Бк/м³;
- г) удельная активность в производственной пыли урана-238, находящегося в радиоактивном равновесии с членами своего семейства, — $28/f$ кБк/кг, где f — среднегодовая общая запыленность воздуха в зоне дыхания, мг/м³;
- д) удельная активность в производственной пыли тория-232, находящегося в радиоактивном равновесии с членами своего семейства, — $24/f$ кБк/кг.

Годовая доза облучения у населения от всех техногенных источников в условиях их нормальной эксплуатации не должна превышать основные дозовые пределы (табл. 6.8).

При проектировании новых зданий жилищного и общественного назначения должно быть предусмотрено, чтобы среднегодовая эквивалентная объемная активность изотопов радона и торона в воздухе помещений не превышала 100 Бк/м³, а мощность дозы γ -излучения не превышала мощности дозы на открытой местности более чем на 0,3 мкЗв/ч.

В эксплуатируемых зданиях среднегодовая равновесная объемная активность изотопов радона в воздухе жилых помещений не должна превышать 200 Бк/м³.

В последнее время многие ученые пришли к выводу, что для канцерогенных веществ и ионизирующей радиации не существует нижних пределов безопасности и любые их

количества, превышающие природный фон, опасны для живых организмов, если не непосредственно, то генетически, в цепи последующих поколений.

Все вышеизложенные нормативы относятся к национальным, действующим на территории России.