

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

А.Г. ЦУРИКОВ, Л.М. КАВЕЛЕНОВА, Е.С. КОРЧИКОВ

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» в качестве учебного пособия для обучающихся по основной образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология

САМАРА
Издательство Самарского университета
2021

УДК 502(075)
ББК 20.1я7
Ц871

Рецензенты: д-р биол. наук, проф. О. Н. Макуррина;
д-р мед. наук, проф. М. В. Манжос

Цуриков, Андрей Геннадьевич

Ц871 Современные проблемы экологии. Экологические аспекты устойчивого развития: учебное пособие / А. Г. Цуриков, Л. М. Кавеленова, Е. С. Корчиков. – Самара: Издательство Самарского университета, 2021. – 104 с.: ил.

ISBN 978-57883-1623-9

В пособии рассматриваются причины глобальных экологических проблем, характеризуются основные виды токсичных соединений, раскрываются понятия опасности и токсичности химических веществ, а также биологической активности, приводятся санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы, принятые в Российской Федерации.

Материалы предназначены специалистам в области экологии, обучающим биологических факультетов университетов, преподавателям биологии и учащимся средних школ.

Подготовлено на кафедре экологии, ботаники и охраны природы Самарского университета.

УДК 502(075)
ББК 20.1я7

ISBN 978-57883-1623-9

© Самарский университет, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1. Концепция устойчивого развития – теоретические основы и развитие в международных документах	5
2. Причины глобальных экологических проблем.....	13
3. Токсичные соединения как одна из причин глобальных экологических проблем.....	16
3.1. Газообразные вещества.....	17
3.2. Тяжелые металлы	22
3.3. Содержание химических элементов в земной коре	29
3.4. Органические соединения	31
3.5. Удобрения и биогенные элементы.....	41
3.6. Опасность и токсичность.....	42
3.7. Символы опасности.....	46
3.8. Федеральные санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы к содержанию токсичных соединений.....	52
4. Биологическая активность ксенобиотиков как следствие техногенеза	56
4.1. Классификация ядовитых для живых организмов веществ техногенного происхождения	57
4.2. Биологически активные вещества природного происхождения	60
4.3. Виды биологической активности.....	66
Словарь терминов.....	76
Вопросы для самоконтроля	79
Список использованной и рекомендуемой литературы.....	84
Приложения	89

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время устойчивое развитие государства и общества влечет за собой широкий спектр экологических кризисов. Часть экологических проблем имеет локальный характер и может быть устранена при определенном уровне знаний и технологий. Другие же принимают глобальный характер, что влечет за собой трансформацию многих экосистем планеты, и, в конечном итоге, оказывает отрицательное влияние на здоровье самого человека.

Целью настоящего пособия является освещение основ современных представлений о масштабах загрязнения биосферы, действии чужеродных химических соединений на биологические объекты. В пособии также приводятся основные Федеральные санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы, утвержденные на территории Российской Федерации.

Отдельное внимание уделено символьным обозначениям, разработанным для предупреждения об опасных материалах. Знание основных символов опасности, утвержденных на территории России, стран Европейского Союза, а также США, является необходимым для квалифицированного специалиста-эколога.

Учебное пособие предназначено специалистам в области экологии, студентам биологических факультетов университетов, преподавателям биологии и учащимся средних школ.

1. КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ – ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И РАЗВИТИЕ В МЕЖДУНАРОДНЫХ ДОКУМЕНТАХ

Получивший в конце XX – начале XXI в. широкое распространение в мире термин «устойчивое развитие» применительно к принципиально новой позиции взаимодействия общества и биосферы начал свое распространение в научной и общественной жизни после публикации доклада, подготовленного для ООН в 1987 г. созданной в 1983 г. Международной комиссией по окружающей среде и развитию, возглавляемой премьер-министром Норвегии Г.Х. Брунтландом. В русском издании этого доклада термин «*sustainable development*» переведен как «*устойчивое развитие*», хотя в англо-русских словарях имеются и варианты – *поддерживаемое, длительное, непрерывное, подкрепляемое, самоподдерживаемое, защищаемое* (развитие).

Однако начало появления термина «устойчивое развитие» следует отнести к более раннему времени. В частности, в документах Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) еще с середины 1970-х годов широко использовалось понятие развитие без разрушения (*development without destruction*), а в дальнейшем использовалось понятие экоразвития (*ecodevelopment*) как экологически приемлемое развитие, т.е. стремящееся нанести наименьшее негативное воздействие на окружающую среду.

В Декларации первой конференции ООН по окружающей среде (Стокгольм, 1972 г.) также была отмечена связь экономического и социального развития с проблемами окружающей среды. В подобное понимание развития важный вклад внесли научные доклады Римского клуба, особенно доклад «Пределы роста» (1972 г.), в которых формулировались идеи перехода цивилизации от экспоненциального экономического роста к состоянию «глобального динамического равновесия», от количественного роста к органическому развитию и новому мировому экономическому порядку.

В 1980 г. в докладе «Всемирная стратегия охраны природы» (март 1980 г.), было указано, что для того, чтобы развитие было устойчивым, следует учитывать не только его экономические аспекты, но и социальные и экологические факторы. Этот международный документ, разработанный Международным союзом охраны

природы и природных ресурсов (МСОП) при поддержке ЮНЕП и Всемирного Фонда охраны дикой природы, подчеркнул, что управление использованием человечеством биосферы, экосистем и видов, составляющих ее, должно организовываться таким образом, «... чтобы они могли приносить устойчивую пользу настоящему поколению и в то же время сохранили свой потенциал, чтобы соответствовать нуждам и стремлениям будущих поколений» (статья XXIX).

Несмотря на то, что терминологически идеи устойчивого развития, на первый взгляд, связаны с документами сравнительно недавнего времени и «зарубежного» происхождения, на деле они являются по сути интернациональными. Более того, как справедливо отмечает в ряде работ А.Д. Урсул, российские (советские) ученые в той или иной форме высказывали идеи, близкие к идеям устойчивого развития. Наиболее неоспоримым в этом контексте является имя Владимира Ивановича Вернадского, который употреблял словосочетание «устойчивое мировое сообщество» и развил идею ноосферы, или сферы разума, которая имеет прямое отношение к концепции устойчивого развития. Вторым по важности в развитие данной концепции А.Д. Урсул считает вклад основоположника теоретической космонавтики Константина Эдуардовича Циолковского, который, задумавшись о выживании (сохранении) человеческого рода, не только предложил идею обживания внеземных пространств, но и средство реализации этой идеи – космическую ракету.

Исходя из общих подходов, можно сформулировать ряд принципов устойчивого развития:

- каждый человек имеет право на здоровую и плодотворную жизнь в гармонии с природой, на жизнь в благоприятной для него окружающей среде;
- социально-экономическое развитие должно быть направлено на улучшение качества жизни людей в допустимых пределах хозяйственной (несущей) емкости экосистем;
- развитие должно осуществляться не во вред окружающей природной среде и обеспечивать возможность удовлетворения основных жизненных потребностей как нынешних, так и будущих поколений людей;

- сохранение окружающей природной среды должно составлять неотъемлемую часть процесса устойчивого развития, в одно целое должны быть соединены экономическое развитие, социальная справедливость и экологическая безопасность, которые в совокупности определяют основные критерии развития;

- выживание человечества и стабильное социально-экономическое развитие должны базироваться на закономерностях биотической регуляции при сохранении биоразнообразия в биосфере;

- рациональное природопользование должно основываться на неистощительном использовании возобновляемых и экономном использовании не возобновляемых ресурсов, утилизации и безопасном захоронении отходов;

- экологбезопасное хозяйствование должно базироваться на усилении взаимосвязи экономики и экологии, формировании единой (сопряженной) экологизированной экономической системы развития;

- реализация надлежущей демографической политики должна направляться на стабилизацию численности населения и оптимизацию масштабов его деятельности в соответствии с фундаментальными законами природы;

- необходимо широкое использование принципа опережающего принятия эффективных мер по предупреждению ухудшения состояния окружающей природной среды, предотвращению экологических и техногенных катастроф;

- важным условием перехода общества к устойчивому развитию является искоренение бедности и предотвращение больших различий в уровне жизни людей;

- использование разнообразия форм собственности и механизма рыночных отношений должно быть ориентировано на гармонизацию социальных отношений при обеспечении общественной безопасности;

- в перспективе, по мере реализации идей устойчивого развития, должно возрастать значение вопросов рационализации масштабов и структуры личного потребления населения;

- сохранение малых народов и этносов, их культур, традиций, среды обитания должно быть одним из приоритетов политики государства на всех этапах перехода к устойчивому развитию;

- развитие международного сотрудничества и глобального партнерства в целях сохранения, защиты и восстановления целостности экосистемы Земли должно быть подкреплено принятием государствами соответствующих международных соглашений и иных правовых актов;

- необходимы свободный доступ к экологической информации, создание соответствующей базы данных, с использованием в этих целях глобальных и национальных коммуникаций и других средств информатики;

- в ходе развития законодательной базы следует учитывать экологические последствия предполагаемых действий, исходить из необходимости повышения ответственности за экологические правонарушения, обеспечивать компенсации лицам, пострадавшим от загрязнения окружающей среды;

- экологизация сознания и мировоззрения человека, переориентация системы воспитания и образования на принципы устойчивого развития должны способствовать выдвижению интеллектуально-духовных ценностей на приоритетное место по отношению к материально-вещественным;

- суверенные права каждого государства на разработку собственных природных ресурсов должны реализовываться без ущерба экосистемам за пределами государственных границ; в международном праве важно признание принципа дифференцированной ответственности государств за нарушение глобальных экосистем;

- ведение хозяйственной деятельности должно осуществляться с отказом от проектов, способных нанести невосполнимый ущерб окружающей среде или экологические последствия которых недостаточно изучены.

Последовательный переход к устойчивому развитию мирового сообщества должен осуществляться с учетом принципов, изложенных в Декларации и других документах Конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.), а также в материалах специальной сессии Генеральной ассамблеи ООН (Нью-Йорк, 1997 г.). Вместе с тем каждая страна, принимая свою национальную стратегию устойчивого развития, трансформирует их в соответствии с конкретными условиями.

Так, в России на ближайшее десятилетие с позиций обеспечения национальной безопасности были выделены следующие приоритеты устойчивого развития:

- повышение качества жизни российских граждан путем гарантирования личной безопасности, а также высоких стандартов жизнеобеспечения;

- экономический рост, который достигается прежде всего путем развития национальной инновационной системы и инвестиций в человеческий капитал;

- наука, технологии, образование, здравоохранение и культура, которые развиваются путем укрепления роли государства и совершенствования государственно-частного партнерства;

- экология живых систем и рациональное природопользование, поддержание которых достигается за счет сбалансированного потребления, развития прогрессивных технологий и целесообразного воспроизводства природно-ресурсного потенциала страны;

- стратегическая стабильность и равноправное стратегическое партнерство, которые укрепляются на основе активного участия России в развитии многополярной модели мироустройства.

Во введении официального документа «Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года» в соответствии с вышеприведенными принципами устойчивого развития выделяются следующие принципы:

- соблюдение права человека на благоприятную окружающую среду;

- обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности человека;

- научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в целях устойчивого развития и обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности;

- охрана, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов как необходимые условия обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности;

- приоритетность сохранения естественных экологических систем, природных ландшафтов и природных комплексов;

- ответственность федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления за обеспечение благо-

приятной окружающей среды и экологической безопасности на соответствующих территориях;

- презумпция экологической опасности планируемой экономической и иной деятельности;

- обязательность оценки намечаемого воздействия на окружающую среду при принятии решений об осуществлении экономической и иной деятельности;

- запрещение осуществления экономической и иной деятельности, последствия воздействия которой непредсказуемы для окружающей среды, а также реализации проектов, которые могут привести к деградации естественных экологических систем, изменению и (или) уничтожению генетического фонда растений, животных и других организмов, истощению природных ресурсов и иным негативным изменениям окружающей среды;

- обеспечение соответствия экономической и иной деятельности установленным нормам и требованиям в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности;

- соблюдение права каждого человека на получение достоверной информации о состоянии окружающей среды;

- участие граждан в принятии решений, касающихся их прав на благоприятную окружающую среду;

- ответственность за нарушение законодательства Российской Федерации об охране окружающей среды;

- полное возмещение вреда, причиненного окружающей среде;

- участие граждан, общественных и иных некоммерческих объединений в решении задач в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности, учет их мнения при принятии решений о планировании и осуществлении экономической и иной деятельности.

Среди проблем экологического характера, которые признаются основными в XXI веке, можно перечислить следующие:

- изменение климата в результате выброса парниковых газов,

- недостаток и загрязнение пресной воды,

- исчезновение лесов и опустынивание,

- сокращение биоразнообразия,

- рост численности населения (и его перемещение),

- проблемы с удалением отходов,

- загрязнение воздуха,

- деградация почв и экосистем,
- химическое загрязнение,
- истощение озонового слоя,
- урбанизация,
- истощение природных ресурсов,
- нарушение биогеохимических циклов,
- распространение заболеваний (включая появление новых).

Почти каждая из этих экологических проблем может, если будет продолжаться стихийное развитие цивилизации, привести к гибели человечества и биосферы. Человечество столкнулось со все обостряющимися противоречиями между своими растущими потребностями и неспособностью биосферы обеспечить их без своего разрушения. Возникла идея разрешить это противоречие на пути перехода к такому цивилизационному развитию, которое не разрушает своей природной основы, гарантируя человечеству возможность выживания и дальнейшего непрекращающегося, т.е. управляемого устойчивого развития.

Идеи устойчивого развития отвечают объективному требованию времени и могут решающим образом повлиять на будущее каждой страны мирового сообщества, сыграть важную роль в определении государственных приоритетов, стратегии социально-экономического развития и перспектив дальнейшего реформирования страны. Новая стратегия развития цивилизации направляет объединенные усилия мирового сообщества на решение глобальных проблем во имя выживания человечества, непрерывного развития и сохранения биосферы.

Поскольку рассмотрение теоретических и прикладных аспектов устойчивого развития на глобальном, национальном, региональном уровнях является предметом постоянного внимания специалистов, работающих в Институте экологии Волжского бассейна РАН, мы настоятельно рекомендуем вашему вниманию следующие публикации, с которыми вы можете в открытом доступе ознакомиться на сайте института по адресу: <http://www.ievbras.ru/books/books.html>.

1. Волжский бассейн. Устойчивое развитие: опыт, проблемы, перспективы / под ред. *Г.С. Розенберга*. М.: Институт устойчивого развития Общественной палаты Российской Федерации / Центр экологической политики России, 2011. 104 с.

2. Общая и прикладная экология: учеб. пособие / *Г.С. Розенберг* [и др.]. Самара – Тольятти: Изд-во Самар. гос. экон. ун-та, 2016. 452 с.
3. *Розенберг Г.С.* Атланты экологии. Тольятти: Кассандра, 2014. 411 с.
4. *Розенберг Г.С.* Введение в теоретическую экологию. Тольятти: Кассандра, 2013. Т. 1. 565 с.
5. *Розенберг Г.С.* Введение в теоретическую экологию. Тольятти: Кассандра, 2013. Т. 2. 445 с.
6. *Розенберг Г.С.* Волжский бассейн: На пути к устойчивому развитию. Тольятти: ИЭВБ РАН. 2009. 477 с.
7. *Розенберг Г.С., Краснощеков Г.П.* Экология «в законе» (теоретические конструкции современной экологии в цитатах и афоризмах). Самара – Тольятти: Стандарт, 2016. 468 с.

2. ПРИЧИНЫ ГЛОБАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Глобальные экологические проблемы – это совокупность проблем человечества, возникших в XX веке и угрожающих существованию цивилизации. В настоящее время нет устойчивого перечня и единой классификации глобальных проблем.

Выделяют два аспекта глобальных экологических проблем: кризисы, возникающие как следствие природных процессов и кризисы, вызываемые антропогенным воздействием и нерациональным природопользованием. Экологические кризисы второго типа связаны, прежде всего, с действием нескольких основных факторов:

- демографическим взрывом (рис. 1, 2), вызывающим продовольственную, энергетическую, сырьевую проблемы;
- ростом промышленного производства, приводящим к загрязнению окружающей среды;
- нерациональным потреблением первичных природных ресурсов, активно используемых в промышленном производстве и мировом хозяйстве.

К основным причинам усложнения глобальных экологических проблем относят:

- увеличение объема промышленного производства, связанное с развитием «общества потребления» (в настоящее время почти треть производимых в мире продуктов выбрасывается);
- появление экологически опасных технологий;
- накопление на химических предприятиях больших запасов опасных токсических веществ;
- повышение расходования природных ресурсов с выбросом продуктов их использования в биосферу;
- повышение сложности технических систем, приводящее к увеличению частоты промышленных аварий и катастроф;
- неравномерное социально-экономическое развитие между промышленно развитыми и развивающимися странами;
- военные конфликты.

Считается, что в настоящее время в биосфере содержится более 6 млн. отдельных химических соединений без учета их комбинаций. Из них 90 % имеют синтетическое происхождение.

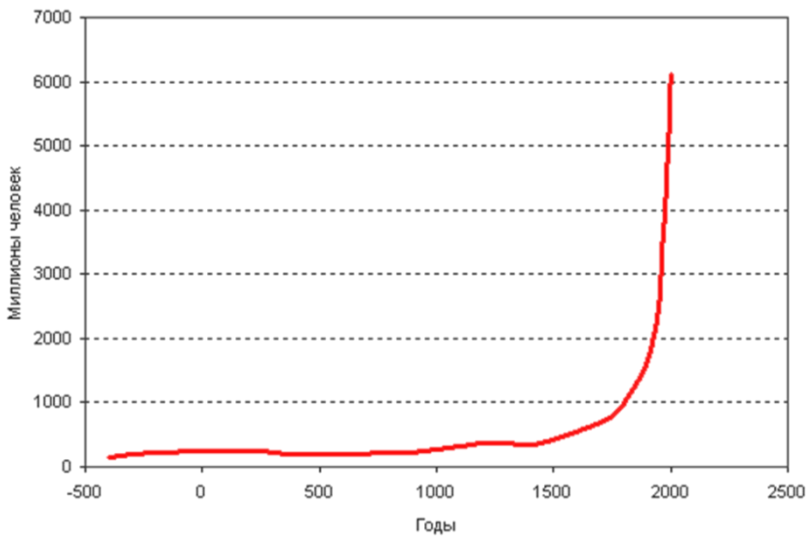


Рис. 1. Рост мирового населения между 400 годом до н.э. и 2000 годом (Вишневский, 2004)

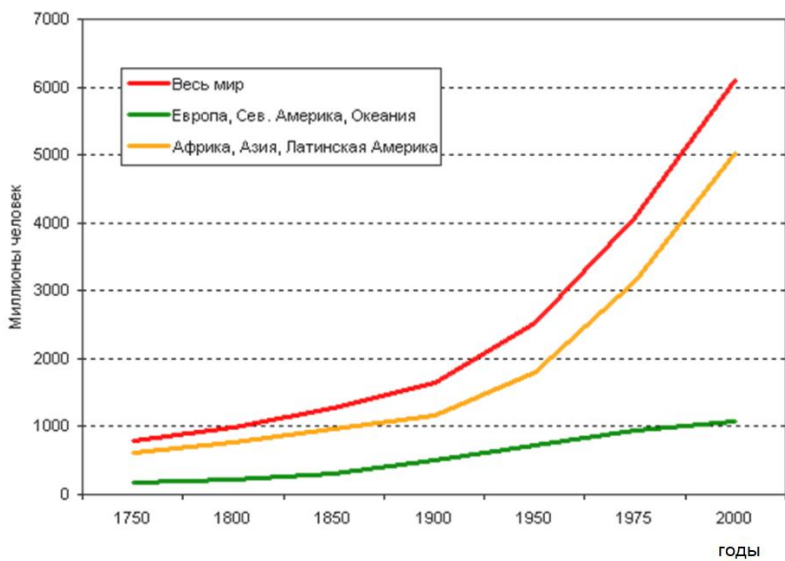


Рис. 2. Рост мирового населения между 1750 и 2000 годами (Вишневский, 2004)

Глобальный характер современных экологических проблем проявляется в воздействии на все оболочки Земли – твердую, газовую, водную. При этом влияние человека вышло далеко за пределы биосферы и распространяется на глубокие горизонты литосферы, верхнюю часть атмосферы и околоземный Космос. Более того, если в прошлом отрицательные последствия человеческой деятельности рассматривались преимущественно по отношению к компонентам природы, то в настоящее время эти последствия наносят ущерб самому человеку.

3. ТОКСИЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ КАК ОДНА ИЗ ПРИЧИН ГЛОБАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

В настоящее время применяют несколько классификаций токсичных соединений. Большое значение имеет практическая классификация токсичных веществ. По цели применения различают:

- промышленные токсичные вещества;
 - органические растворители;
 - топливо;
 - красители;
 - хладагенты;
 - химические реагенты;
 - пластификаторы и др.;
- пестициды, применяемые в сельском хозяйстве. В зависимости от назначения пестицидов различают:
 - инсектициды (для борьбы с насекомыми);
 - акарициды (для борьбы с клещами);
 - зооциды (для борьбы с грызунами);
 - фунгициды (для борьбы с грибами);
 - бактерициды (для борьбы с бактериями);
 - гербициды (для борьбы с растениями), к которым относятся также дефолианты (для удаления листьев растений) и десиканты (для их высушивания);
 - репелленты (отпугивают насекомых) и т.д.;
- лекарственные средства, имеющие свою фармакологическую классификацию;
 - бытовые химикаты:
 - пищевые добавки,
 - средства личной гигиены и косметики;
 - средства ухода за одеждой, автомобилем и т.д.;
 - растительные, животные и грибные яды, которые вызывают отравления при попадании в организм человека;
 - боевые отравляющие вещества, которые предназначены для применения в качестве оружия массового уничтожения (зарин, иприт, фосген и др.).

Кроме этого, токсичные соединения можно подразделить на:

- газообразные вещества;

- тяжелые металлы;
- удобрения и биогенные элементы;
- органические соединения;
- радиоактивные вещества.

3.1. Газообразные вещества

Основными загрязнителями атмосферы являются:

- оксиды углерода;
- оксиды азота;
- оксиды серы;
- углеводороды.

Углекислый газ (CO₂) – продукт полного окисления углерода. Являясь одним из парниковых газов, диоксид углерода влияет на теплообмен планеты с окружающим пространством, эффективно блокируя переизлучаемое тепло и таким образом участвуя в формировании климата планеты.

Начиная с середины XIX века отмечается устойчивый рост содержания углекислого газа в атмосфере (рис. 3, 4).

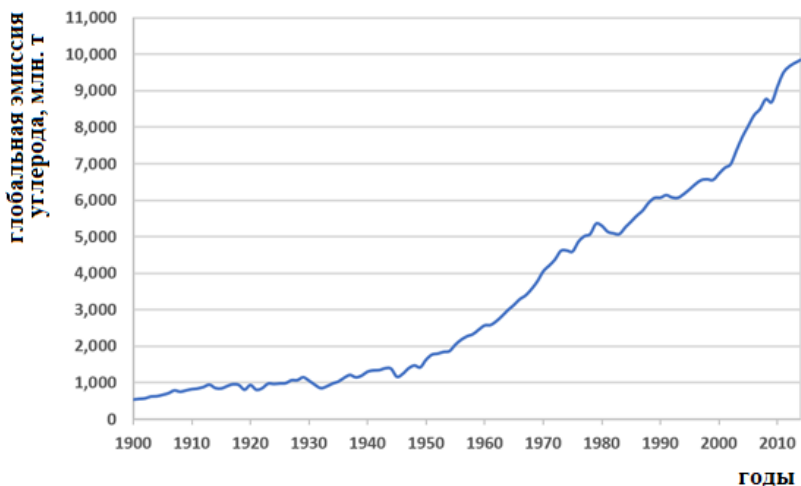


Рис. 3. Глобальные эмиссии углерода при сжигании ископаемого топлива по данным агентства по охране окружающей среды США (Boden et al., 2017)

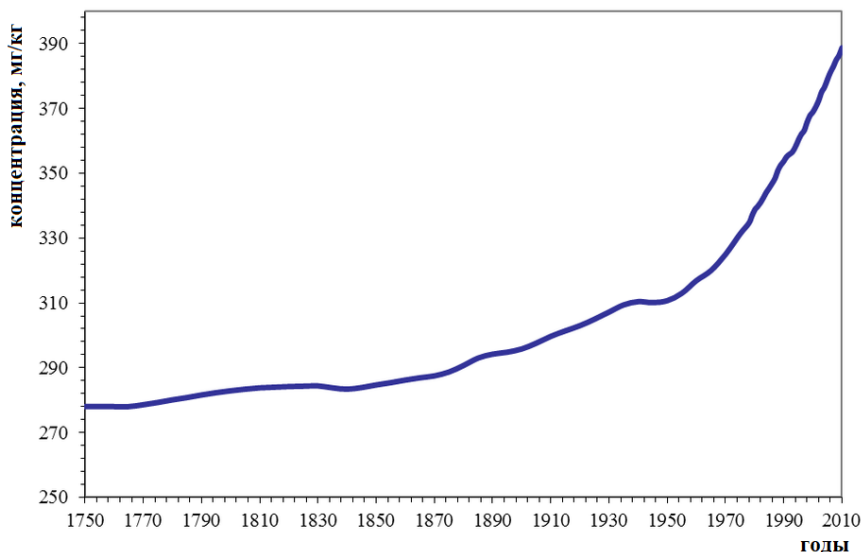


Рис. 4. Содержание углекислого газа в атмосфере за последние 250 лет по данным национального управления океанических и атмосферных исследований США

С 1950-х гг. содержание CO_2 увеличивалось на 0,5 %. К естественным источникам поступления диоксида углерода в атмосферу относятся:

- вулканические извержения,
- сгорание органических веществ,
- дыхание аэробных организмов,
- деятельность некоторых микроорганизмов.

К антропогенным источникам эмиссии CO_2 относятся:

- сжигание топлива для получения тепла, производства электроэнергии, транспортировки людей и грузов;
- промышленные предприятия;
- вырубка лесов.

Увеличение содержания этого газа, по мнению большинства ученых, уже привело к нестабильности климата, учащению климатических аномалий (засух, снегопадов, наводнений и т.д.) и глобальному потеплению.

Угарный газ (CO) образуется при неполном сгорании углеродсодержащих веществ в условиях недостатка кислорода. Наиболь-

шие его количества образуются в результате вулканической деятельности и окисления метана в атмосфере. Среди антропогенных источников эмиссии, 65 % от всех выбросов приходится на транспорт, 21 % – на бытовой сектор, 14 % – на промышленность. При вдыхании угарный газ образует высокотоксичные соединения – карбонилы, может связываться с гемоглобином крови, тем самым блокируя поступление кислорода в кровь (рис. 5).

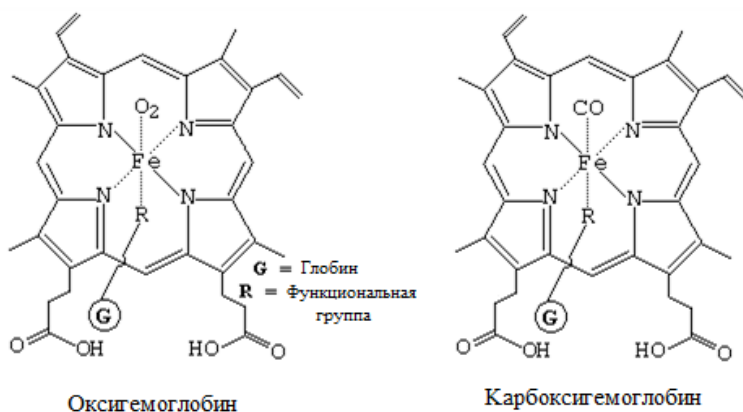


Рис. 5. Структурные формулы окси- и карбоксигемоглобина (Садвакас, 2014)

Отщепление CO от карбоксигемоглобина происходит в 10000 раз медленнее, чем отщепление O₂ от оксигемоглобина, поэтому при наличии во вдыхаемом воздухе CO кислород постепенно вытесняется из гемоглобина. Уже при концентрации 0,1 % CO в воздухе больше половины гемоглобина в крови превращается в карбоксигемоглобин; в результате нарушается перенос кислорода от легких к тканям и развивается так называемое угарное отравление. Карбоксигемоглобин искусственно разрушается медицинским путем, а также диссоциирует на угарный газ и гемоглобин естественным путем (период полураспада – 4-6 часов). Это возможно, если его содержание в крови мало, и жизнедеятельность организма не нарушается.

Накоплению в атмосфере угарного газа препятствуют высшие растения, водоросли и почвенные микроорганизмы, в связи с чем почва играет особую роль в удалении CO из атмосферы.

Оксиды азота (NO и NO_2) образуются как вследствие естественных явлений (вулканическая активность, молнии, лесные пожары, жизнедеятельность микроорганизмов), так и в результате деятельности человека (сжигание топлива, производство азотных удобрений и других азотсодержащих веществ). За счет естественных процессов в биосфере ежегодно накапливается 110 млн. т оксидов азота, около 53 млн. т привносится антропогенной деятельностью. От общего количества выбрасываемых в атмосферу оксидов азота на транспорт приходится 55 %, на энергетику – 28 %, на промышленные предприятия – 14 %, на бытовой сектор – 3 %. Образование и накопление оксидов азота внутри помещений происходит в результате эксплуатации бытовых газовых приборов и курения (содержание оксида и диоксида азота в табачном дыме составляет 98–135 и 150–226 мг/м^3 соответственно).

Выбросы оксидов азота считаются одной из основных причин образования фотохимического смога. Соединяясь с парами воды в атмосфере, они образуют азотную кислоту, и, вместе с оксидами серы, являются причиной образования кислотных дождей.

Оксиды азота могут отрицательно влиять на здоровье сами по себе и в комбинации с другими загрязняющими веществами. Из оксидов азота наиболее токсичен диоксид. Длительное воздействие диоксида азота вызывает целый спектр изменений физиологических систем организма животных (нарушение рефлекторной деятельности, гематологические изменения и т.д.), однако пиковые концентрации действуют сильнее, чем интегрированная доза. Острое отравление оксидами азота вызывают отек легких.

Диоксид серы (SO_2) образуется в процессе сгорания серосодержащих ископаемых видов топлива (до 70 % – при сжигании каменного угля, 16 % – при сгорании нефтепродуктов), а также при переработке сернистых руд (выплавке меди, свинца и цинка). Антропогенная эмиссия оксидов азота и серы превышает природную эмиссию (диоксид серы – один из основных компонентов вулканических газов). Об этом свидетельствуют многочисленные ориентировочные оценки, полученные разными авторами. Абсолютные показатели в них не всегда совпадают, но отражают одну и ту же закономерность.

При накоплении SO_2 в воздухе образуется аэрозоль серной кислоты и ее раствор в дождевой воде (в облаках). Выпадая с осадками,

она подкисляет почву, обостряет заболевания дыхательных путей, скрыто угнетающе воздействует на здоровье человека. Длительное воздействие диоксида серы на человека приводит к потере вкусовых ощущений, стесненному дыханию, затем – к воспалению или отеку легких, перебоям в сердечной деятельности, нарушению кровообращения и остановке дыхания.

Большое беспокойство вызывает загрязнение атмосферы фторсодержащими и полициклическими ароматическими углеводородами.

К **фторсодержащим углеводородам** относятся фреоны, широко применяемые в качестве хладагентов, пропеллентов, вспенивателей, растворителей. Фреоны очень инертны в химическом отношении, однако при нагревании свыше 250 °С образуют весьма ядовитые продукты, например, фосген, который в годы первой мировой войны использовался как боевое отравляющее вещество.

Считается, что накопление фторсодержащих углеводородов в атмосфере уменьшает содержание озона и является причиной возникновения озоновых дыр. Попадая после в атмосферу, фреоны могут разрушаться под воздействием ультрафиолетового излучения, а высвободившиеся компоненты способны активно взаимодействовать с озоном в галогеновом цикле распада атмосферного озона.

Подписание и ратификация странами ООН Монреальского протокола привели к уменьшению производства озон-разрушающих фреонов.

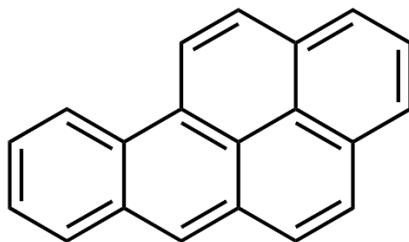


Рис. 6. Бензапирен

Полициклические ароматические углеводороды (в частности, бензапирен, рис. 6) – органические соединения, для которых характерно наличие в химической структуре двух и более конденсированных бензольных колец. Ввиду химической устойчивости и способности к биоаккумуляции они особенно опасны для живых организмов. В природе образуются во время лесных пожаров, а также встречаются в залежах каменного угля. Техногенный привнос в окружающую среду осуществляется за счет энергетики, автомобильного транспорта, химической и нефтеперерабатывающей промышленности.

Тип воздействия полициклических ароматических углеводородов на живые организмы ключевым образом зависит от структуры самого вещества, однако большинство из них обладает ярко выраженными канцерогенными, мутагенными и тератогенными свойствами.

3.2. Тяжелые металлы

Термин тяжелые металлы, характеризующий широкую группу химических элементов, получил в последнее время значительное распространение. В различных работах авторы по-разному трактуют значение этого понятия «тяжелые металлы», в связи с чем число элементов, относимых к этой группе, варьирует в широких пределах. В качестве критериев принадлежности используются многочисленные характеристики: атомная масса, плотность, токсичность, распространенность в природной среде, степень вовлеченности в природные и техногенные циклы и т.д.

В работах, посвященных проблемам загрязнения окружающей среды и экологического мониторинга, на сегодняшний день к тяжелым металлам относят более 40 элементов периодической системы Д.И. Менделеева с атомной массой свыше 50 атомных единиц, однако, по мнению большинства исследователей, наибольшую опасность представляют Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, а также As.

Органические и неорганические соединения тяжелых металлов используют во многих отраслях промышленности в качестве сырья или побочных продуктов. Наиболее часто металлы попадают в окружающую среду в результате промышленных сбросов в водоемы со сточными водами, не подвергающимися эффективной

очистке, а также при использовании пестицидов, в состав которых они входят. Пути поступления тяжелых металлов в организм человека представлены на рисунке 7.

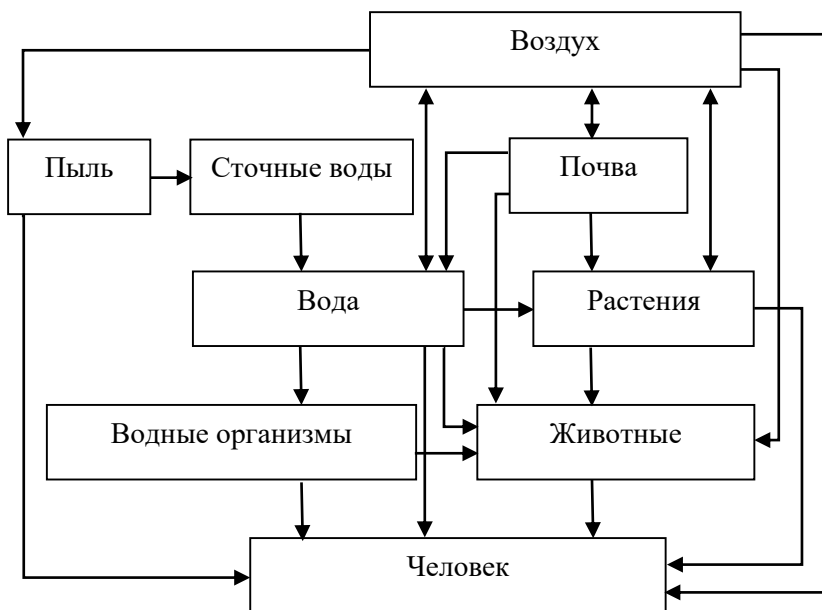


Рис. 7. Пути поступления тяжелых металлов в организм человека (Теплая, 2013)

Соединения тяжелых металлов могут поступать в организм пероральным, ингаляционным путем, через кожу и слизистые оболочки. При ингаляционном поступлении их токсичность повышается, так как при этом из процесса детоксикации в значительной мере исключается печень. При поступлении тяжелых металлов через кожу интоксикация развивается медленно. В таблице 1 приведены допустимые уровни содержания некоторых тяжелых металлов в продуктах питания.

Тяжелые металлы распределяются и депонируются в организме в течение нескольких месяцев практически во всех органах. Эти вещества накапливаются в высоких концентрациях и долго остаются в почках и печени, что объясняется высоким содержанием в почечной и печеночной ткани особого белка – металлобионина.

Тяжелые металлы могут выделяться через почки, печень, слизистую оболочку желудка и кишечника, потовыми и слюнными железами, что, как правило, сопровождается поражением этих органов.

Существует тесная связь между токсичностью металла и его физико-химическими свойствами. Токсичность возрастает с увеличением атомной массы металлов, зависит от способности к диссоциации их комплексов с белками, растворимости соединений в воде и липидах.

Таблица 1. Допустимые уровни содержания некоторых тяжелых металлов и мышьяка в различных группах продовольственного сырья и пищевых продуктов (Теплая, 2013)

Группы пищевых продуктов	Содержание, мкг/г			
	Pb	As	Cd	Hg
Мясо, мясопродукты, птица, яйца	0,5–1,0	0,1–1,0	0,05–1,00	0,03–0,20
Молоко и молочные продукты	0,1–0,5	0,05–0,30	0,03–0,20	0,005–0,030
Рыба, нерыбные продукты промысла и продукты, вырабатываемые из них	0,5–10,0	1,0–5,0	0,2–2,0	0,1–1,0
Зерно, мукомольно-крупяные и хлебобулочные изделия	0,035–0,500	0,15–0,30	0,07–0,10	0,015–0,030
Сахар, кондитерские изделия	0,5–1,0	0,3–1,0	0,05–0,50	0,01–0,10
Флодоовощная продукция	0,3–1,0	0,1–0,3	0,03–0,20	0,03–0,05
Масличное сырье и жировые продукты	0,1–1,0	0,1–0,3	0,03–0,20	0,03–0,05
Напитки	0,03–0,30	0,05–0,20	0,001–0,030	0,0005–0,0050
Другие продукты	0,2–10,0	0,1–3,0	0,1–1,0	0,03–1,00

Механизм токсического воздействия тяжелых металлов складывается из местного и резорбтивного эффектов. Местное действие проявляется в разрушении тканей и зависит от способности этих соединений к диссоциации. В основе резорбтивного действия лежит блокирование функционально активных групп ферментов и структурных белков. В результате потери белками многих физико-химических и биологических свойств нарушается белковый, углеводный и жировой обмен.

Кадмий относится к иммунотоксичным элементам и имеет выраженную тенденцию к накоплению в организме. Абсорбированный кадмий накапливается в печени, почках, поджелудочной и щитовидной железах и др. Влияние кадмия на организм человека имеет место при производстве гальванических элементов, плавке металлов, при занятии фотографией, производстве аккумуляторов и батареек, изготовлении удобрений, сигарет, рентгеновских экранов, кинескопов, в автомобильной и авиастроительной промышленности.

Соединения кадмия попадают в окружающую среду из нескольких источников:

- атмосферное поступление связано с:
 - выплавкой кадмия из руд при производстве меди, свинца, цинка и кадмия;
 - сжиганием или переработкой изделий, содержащих кадмий;
 - автомобильным транспортом (кадмий может содержаться в резине покрышек и смазочных маслах).
- сточных вод городов и предприятий по добыче руд цветных металлов;
- минеральными удобрениями, содержащими кадмий в преимущественно в подвижном состоянии, что делает его легкодоступным для возделываемых культур.

Медь относится к биогенным элементам, входя в состав многих белков, однако металлическая медь и ее ионы токсичны. Источники поступления меди в экосистемы – выбросы металлургических предприятий, минеральные и органические удобрения, пестициды (соединения меди широко применяются в сельском хозяйстве), транс-

порт, сточные воды. Из-за сжигания угля и нефти в атмосферу ежегодно поступает около 2100 т соединений меди.

Мышьяк является высокотоксичным химическим веществом. Известно, что он взаимодействует с тиоловыми группами белков, цистеином, глутатионом, липоевой кислотой. Мышьяк оказывает влияние на окислительные процессы в митохондриях и принимает участие во многих других важных биохимических процессах. Органами-мишенями при избыточном содержании мышьяка в организме являются костный мозг, желудочно-кишечный тракт, кожа, легкие и почки.

В естественных условиях соединения мышьяка поступают в окружающую среду при извержении вулканов и ветровой эрозии почвы. Антропогенные источники поступления мышьяка в окружающую среду:

- добыча и переработка мышьяксодержащих руд;
- пирометаллургия;
- сжигание природных видов топлива (каменного угля, сланцев, нефти, торфа);
- производство и использование фосфорных удобрений;
- производство и использование, содержащих мышьяк ядохимикатов, препаратов и антисептиков.

Ртуть принадлежит к группе тиоловых ядов, блокирующих сульфгидрильные (тиоловые) группы, обеспечивающие активность более 50% ферментов. При поступлении в организм из окружающей среды ртуть неравномерно распределяется по органам и субклеточным структурам, накапливаясь главным образом в почках и печени. Вне зависимости от формы соединения ртуть обладает выраженным токсическим действием на клетки человека, включающим повреждение ДНК и динамики клеточного цикла.

При контакте с ртутью интоксикация происходит в основном через дыхательные пути, при потреблении загрязненных пищевых продуктов и питьевой воды, а также через кожу.

В окружающую среду ртуть попадает при:

- сжигании ископаемого топлива (каменный уголь, сланцы);
- сжигании дизельного топлива, бензина, нефти, керосина;
- добыче нефти и природного газа;
- производстве, использовании и утилизации продукции с содержанием ртути;

- производстве металлов (меди, свинца, цинка) из продуктов обогащения.

Свинец способен накапливаться в организме, вызывая широкий спектр негативных эффектов: поражение кроветворной, нервной, пищеварительной, выделительной и других систем. Основными путями поступления свинца в организм человека из объектов внешней среды являются ингаляционный и энтеральный пути, причем свинцовое отравление может возникнуть как в производственных, так и в бытовых условиях.

Известно, что большая часть металла поступает через желудочно-кишечный тракт вместе с продуктами питания. Опасность этого процесса усугубляется тем, что свинец имеет свойство активно всасываться в пищеварительном тракте человека и животных с последующим накоплением в костной и других тканях. Из костной ткани свинец может поступать в кровь и транспортироваться с ней в различные органы.

Пути антропогенного поступления элемента разнообразны:

- выбросы металлургических, металлообрабатывающих, химических предприятий и тепловых электростанций;
- промышленные и бытовые стоки;
- выхлопные газы автотранспорта (в России использование этилированного бензина было запрещено в 2002 году);
- пестициды, в состав которых он входит.

Хром проникает в организм через дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт, кожу и слизистые оболочки. Токсичность соединений хрома связана с их растворимостью в воде и жидкостях организма. Являясь сильными окислителями, соединения хрома могут нарушать нормальное течение процессов обмена в организме и угнетать активность ряда ферментных систем. Хром оказывает также канцерогенное действие, в частности может вызвать бронхопульмональный рак (таблица 2).

Хром используют в производстве хромовых солей, при хромировании металлов, выплавке сталей, сплавов, производстве фунгицидов, катализаторов, а также в пиротехнической, кожевенной, текстильной, деревообрабатывающей и других отраслях промышленности.

Таблица 2. Негативные воздействия повышенных (токсических) концентраций некоторых тяжелых металлов и мышьяка на здоровье человека (Гавриленко 2009)

Элемент	Негативные воздействия
Pb	Задержка синтеза протеина в крови (анемия), поражение почек, головного мозга (снижение умственных способностей, агрессивное поведение, конвульсии, бред, иногда сонливость, кома) и периферической нервной системы (особенно нервов мышц), потеря слуха, задержка роста, разрушение костных тканей, параличи, боли в суставах, снижение реакций иммунной системы, нарушение функций сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта (боли в области живота, потеря аппетита, запоры), снижение репродуктивной функции. Обладает способностью проникать через плаценту и накапливаться в грудном молоке. Повышает токсический эффект других металлов
Zn	Анемии. Повышает токсический эффект других тяжелых металлов
Cu	Интоксикации, анемии, гепатит, органические изменения в тканях, распад костной ткани
Ni	Дерматиты, экземы, витилиго, респираторные заболевания, астматические бронхиты, бронхиальная астма, астено-невротические расстройства, нарушение синтеза белка, ДНК и РНК, нарушение функций сердечно-сосудистой системы. Канцерогенен: раковые заболевания полости рта, горла, легких, бронхов, почек, толстой и прямой кишки, саркома
V	Местные воспалительные реакции кожи и слизистых оболочек глаз, верхних дыхательных путей, скопление слизи в бронхах и альвеолах при острых воздействиях токсических доз. Астма, экземы, лейкопения, анемии, замедление роста
Co	Токсический миокардит
Sr	Патологии опорно-двигательного аппарата

Элемент	Негативные воздействия
Cr	Дерматиты, экземы, аллергические реакции; раздражение верхних дыхательных путей, астматические бронхиты, бронхиальная астма, диффузный пневмосклероз; астено-невротические расстройства (головная боль, слабость, диспепсия, потеря в весе и др.); нарушение функций желудка (гастрит, язвенная болезнь), печени (гепатит), поджелудочной железы. Канцерогенен (рак легких, бронхов)
As	Блокада ферментных систем, накопление в тканях кислых продуктов обмена (общий ацидоз), нарушение тканевого дыхания; периферические невриты; расстройство сердечной деятельности; гемолиз, анемия; тромбоз; атрофия костного мозга; дегенеративные и некротические процессы в тканях на месте контакта; нарушение функций желудка, печени. Канцерогенен (рак легких, кожи)
Mn	Нейротоксические эффекты (утомляемость, сонливость, снижение быстроты реакции, работоспособности, головокружение, депрессивные, подавленные состояния), прогрессирующее поражение ЦНС; пневмонии; нарушение процессов кальцификации, внутренней структуры костей; токсикозы беременных

3.3. Содержание химических элементов в земной коре

ПДК разработаны для узкого набора элементов и лишь для некоторых компонентов ландшафтов (почва, вода, атмосферный воздух). При невозможности применения гигиенических нормативов в качестве эталона часто используются кларковые числа, или кларки химических элементов.

Кларковое число выражает среднее содержание химического элемента в земной коре, гидросфере, Земле, космических телах по

отношению к общей массе объекта (таблица 3). Название свое кларковые числа получили в честь американского химика Ф. Кларка, посвятившего более 40 лет решению этой проблемы.

Таблица 3. Кларки элементов (в массовых процентах)
для земной коры

№ п/п	Элемент	Кларк, масс. %
1	O	49,5000
2	Si	25,8000
3	Al	7,5700
4	Fe	4,7000
5	Ca	3,3800
6	Na	2,6300
7	K	2,4100
8	Mg	1,9500
9	H	0,8800
10	Ti	0,4100
11	Cl	0,1900
12	P	0,0900
13	C	0,0870
14	Mn	0,0850
15	S	0,0480
16	N	0,0300
17	Rb	0,0290
18	F	0,0280
19	Ba	0,0260
20	Zr	0,0210
21	Cr	0,0190
22	Ni	0,0150
23	Sr	0,0140
24	V	0,0140
25	Zn	0,0120
26	Cu	0,0100
27	W	0,0064
28	Li	0,0060

№ п/п	Элемент	Кларк, масс. %
29	Ce	0,0043
30	Co	0,0037
31	Sn	0,0035
32	Y	0,0026
33	Nd	0,0022
34	Nb	0,0019
35	Pb	0,0018
Итого	–	99,98

В настоящее время кларки химических элементов в земной коре широко используются в качестве эталона для:

- оценки степени концентрации химических элементов техногенного происхождения в регионе;
- выявления естественных региональных геохимических особенностей территорий;
- выявления техногенной трансформации химического состава природных сред.

3.4. Органические соединения

К наиболее распространенным органическим загрязнителям относят нефть и нефтепродукты, пестициды, полихлорбифенилы и поверхностно-активные вещества.

Отрицательное воздействие **нефти и нефтепродуктов** на окружающую среду приводит к изменению состава почв, загрязнению поверхностных и подземных вод, атмосферы. Негативное воздействие нефтедобычи обусловлено как непосредственной деградацией почвенного покрова на участках разлива нефти, так и воздействием ее компонентов на сопредельные среды, вследствие чего продукты трансформации нефти обнаруживаются в различных объектах биосферы. Нефть с точки зрения ее химического состава представляет собой сложную смесь алканов (насыщенных углеводородов нормального и разветв-

ленного строения), циклоалканов (нафтенов), ароматических углеводородов (аренов) различной молекулярной массы, а также гетероатомных кислородных, сернистых, азотистых соединений и высокомолекулярных соединений (смола и асфальтенов), находящихся в нефти в виде коллоидных образований (таблица 4).

Загрязнение нефтью влияет на весь комплекс морфологических, физических, физико-химических, биологических свойств почвы, определяющих ее плодородные и экологические функции. Изменение свойств почвы при загрязнении приводит к вытеснению воздуха нефтью, нарушению поступления воды, питательных веществ, что является главной причиной торможения развития растений и их гибели.

Нефть и нефтепродукты являются наиболее распространенными загрязняющими веществами в Мировом океане. К основным источникам загрязнения нефтью относят:

- регламентные работы при обычных транспортных перевозках нефти;
- аварии при добыче и транспортировке нефти;
- промышленные и бытовые стоки.

Таблица 4. Компонентный состав нефти шельфа Печорского моря (Деркач и др. 2017)

Компонент	ω, мас. %
Алканы	65,6
в том числе n-алканы	36,7
Нафтены	5,9
Арены	17,8
Окисленные продукты	0,6
Асфальтены	1,2
Карбены и карбоиды	1,1
Смола	7,7
Вода	0,03
Всего	100,0

Общее воздействие нефтепродуктов на морскую среду можно разделить на 5 категорий, непосредственно влияющих на изменение экосистем Мирового океана:

- отравление живых организмов, часто заканчивающееся летальным исходом;
- нарушения физиологической активности многих биологических систем;
- эффект непосредственного обволакивания живого организма нефтепродуктами;
- разнообразные изменения, вызванные внедрением углеводов в организм;
- изменения в биологических особенностях среды обитания живых организмов.

В РФ нефтяные разливы являются актуальной проблемой, приводящей к увеличению площади земель, загрязненных нефтью и нефтепродуктами (в соответствии с информацией, приведенной в рекомендациях высшего экологического совета комитета по природным ресурсам, природопользованию и экологии Госдумы РФ «Состояние земельных и водных ресурсов. Законодательное обеспечение их рационального использования и охраны». Москва, 12 мая 2014 г.) (рис. 8).

Пестицидами называют химические средства защиты сельскохозяйственных растений от болезней, а также от различных паразитов, сорняков, вредителей зерна, древесины и т.д. (таблица 5).

Таблица 5. Классификация некоторых групп пестицидов по назначению, способу проникновения и характеру действия

Группа пестицидов	Назначение, способ проникновения и характер
Инсектициды	
Контактного действия	Вызывают гибель вредных насекомых при контакте
Кишечного действия	Вызывают гибель насекомых при попадании в кишечник
Системного действия	Способны продвигаться по сосудистой системе растения и отравлять поедающих его насекомых
Фумиганты	Действуют в газообразном состоянии через органы дыхания насекомых

Группа пестицидов	Назначение, способ проникновения и характер
Гербициды	
Контактного действия	Вызывают гибель сорных растений при контакте
Системного действия	Способны продвигаться по сосудистой системе растений и вызывать их гибель
Почвенного действия	Действуют на корневую систему или прорастающие семена
Сплошного действия	Уничтожают всю растительность
Фунгициды	
Контактного действия	Используют для борьбы с патогенными грибами
Системного действия	Способны продвигаться по сосудистой системе растений и убивать патогенные грибы
Защитного действия	Способны защитить от воздействия патогенных организмов
Лечебного действия	Способны давать лечебный эффект при действии патогенных грибов

Известно, что около 14 % всего мирового урожая ежегодно теряется из-за насекомых, 12 % – из-за болезней растений, вызываемых грибами, 9 % – из-за сорняков и 10 % уничтожается грызунами. Общие потери урожая в мире оцениваются примерно в 1,8 млрд. т. Человек вынужден использовать огромное количество химических средств защиты. Сформировался «пестицидный парадокс»: человечество, применяя пестициды, само становится мишенью их воздействия.

В настоящее время в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (2014 г.) включено 405 веществ (препаративных форм более 1000), включая 29 особо опасных пестицида из списка ФАО/ВОЗ.

Наиболее широко распространены два класса пестицидов:

- фосфорорганические (ФОВ) вещества;
- хлорорганические (ХОВ) вещества.

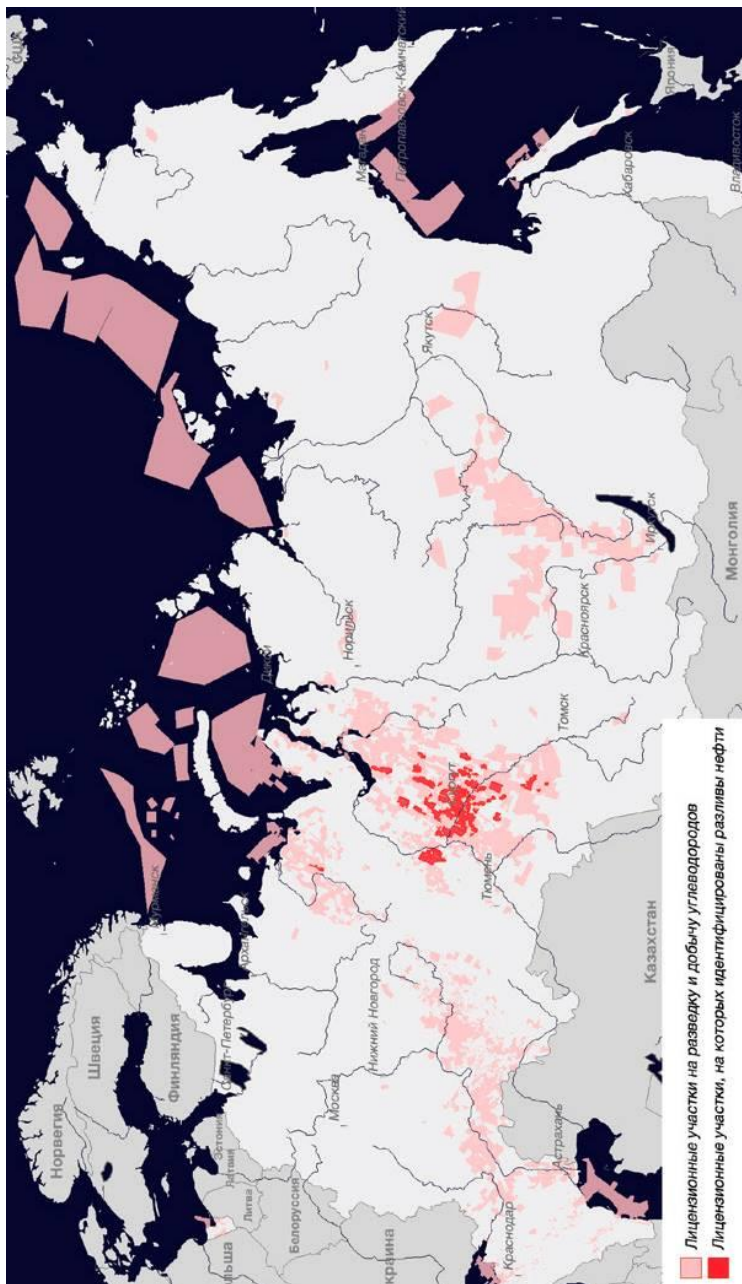


Рис. 8. Участки, загрязненные нефтью и нефтепродуктами на территории Российской Федерации (по данным доклада Гринпис «Нефтяное загрязнение: проблемы и возможные решения», (Чупров, Терентьев, 2014) (фрагмент)

Первые описания действия ФОВ были сделаны в XVII веке путешественниками-исследователями Дж. Куком и Д. Ливингстоном. В частности, по свидетельству последнего, в Африке (Нигерия) местное население во время суда людей, обвиненных в преступлениях, использовало бобы растения *Physostigma venenosum*, содержащие алкалоид физостигмин (эзерин). Людей, которые выживали после поедания «судилищных бобов» оправдывали, большинство же погибало от нарастающего паралича дыхательных мышц.

Механизм токсического действия эзерина был установлен только в XX веке после открытия фермента холинэстеразы. После этого начался активный поиск и последующее изучение антихолинэстеразных ядов, что привело к созданию многих боевых отравляющих веществ, например, зарина в 1944 г. После Второй мировой войны фосфорорганические вещества начали использовать в качестве пестицидов. В настоящее время ФОВ применяются для обработки садов, виноградников, овощебахчевых и технических, зерновых и зернобобовых культур, а также в животноводстве для борьбы с эктопаразитами животных. В последние годы в России число людей с отравления ФОВ, поступающими в специализированные токсикологические центры, составляет около 5 % (Медицинская токсикология... 2012).

Фосфорорганические вещества могут поступать в организм через рот, кожу, дыхательные пути. Вещества быстро проникают в кровоток, и далее равномерно распределяются во всех органах и тканях. Несколько более высокие концентрации препаратов могут определяться в почках, печени, легких, кишечнике. В организме ФОВ полностью или в значительной части подвергаются метаболическим превращениям, в результате которых часто образуются более активные и, как правило, более токсичных соединения (например, активность тиофоса и карбофоса увеличивается в 10 000 раз).

К важным свойствам следует отнести быструю деградацию ФОВ: они достаточно быстро (в течение нескольких суток) гидролизуются в почве (таблица 6). Однако даже непродолжительное сохранение фосфорорганических пестицидов в почве ведет к последующему проникновению их в культивируемые на обработанных площадях растения, в грунтовые воды и атмосферу.

Таблица 6. Общая классификация пестицидов по устойчивости (персистентности)

Группы устойчивости	Характеристика	Период разложения
1	очень стойкие	более 1 года
2	стойкие	от 6 мес. до 1 года
3	умеренно-стойкие	1–6 мес.
4	малостойкие	до 1 мес.

По химическому строению ФОВ относятся к следующим группам:

- эфиры фосфорной кислоты (хлорофос);
- эфиры тиофосфорной кислоты (метафос, или диметилпара-тион);
- эфиры дитиофосфорной кислоты (карбофос, фосфамид);
- амиды пиродифосфорной кислоты (октаметиламид).

Хлорорганические пестициды относятся к веществам, обладающим политропным действием. К наиболее известным ХОВ относятся альдрин, ДДТ, эндосульфат и др. В настоящее время хлорорганические пестициды широко используются в сельском хозяйстве, а также для борьбы с насекомыми – переносчиками болезней, в частности малярийными комарами. Некоторые продукты сжигают с целью уничтожения насекомых образующимся дымом. Также ХОВ входят в состав лосьонов и шампуней для борьбы с головными вшами.

По некоторым данным, дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ) является одним из основных загрязнителей окружающей среды ввиду своих свойств – высокой устойчивости, низкой растворимости в воде и выраженной липофильности (рис. 9).

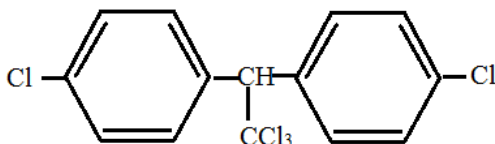


Рис. 9. Структурная формула ДДТ

Инсектицидные свойства ДДТ были обнаружены швейцарским химиком П. Мюллером в 1939 г. «За открытие высокой эффективности ДДТ как контактного яда» ему в 1948 г. была вручена Нобелевской премии по медицине – первый и единственный случай в истории, когда ученый получил наивысшую награду за открытие пестицида. Инсектицид стал использоваться крайне широко против комаров, блох, москитов и других кровососущих членистоногих, саранчи, вредителей хлопка, лесных насаждений.

В настоящее время ДДТ запрещен для применения во многих странах (включая Россию), однако продолжает использоваться в ряде африканских и азиатских стран для борьбы с малярией.

В отличие от фосфорорганических веществ, ХОВ долгое время сохраняются в почве, кормах, воде, обладают выраженной кумуляцией в организмах животных. В высоких дозах у человека ХОВ поражают нервную, пищеварительную, кроветворную и сердечно-сосудистую системы. Они влияют и на активность ряда ферментов.

По химическому строению ХОВ представляют собой галоидопроизводные

- многоядерных циклических углеводородов (ДДТ и его аналоги);
- циклопарафинов;
- терпенов;
- соединений диеного ряда;
- бензола и др.

Полихлорированные бифенилы (ПХБ) представляют собой группу ароматических соединений, состоящих из двух бензольных колец, соединенных через межъядерную связь С-С и содержащие от одного до десяти атомов хлора (отвечают общей формуле $C_{12}H_{10-n}Cl_n$, рис. 10, таблица 7).

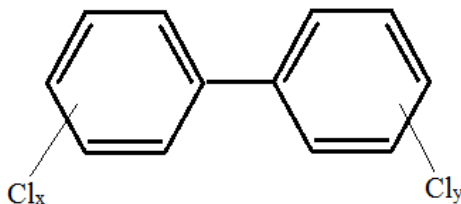


Рис. 10. Общая структурная формула ПХБ

Таблица 7. Число возможных изомеров ПХБ при разном содержании в молекулах атомов хлора (Занавескин, Аверьянов, 1998)

Название ПХБ	Молекулярная формула	Число изомеров
Монохлорбифенил	$C_{12}H_9Cl$	3
Дихлорбифенил	$C_{12}H_8Cl_2$	12
Трихлорбифенил	$C_{12}H_7Cl_3$	24
Тетрахлорбифенил	$C_{12}H_6Cl_4$	42
Пентахлорбифенил	$C_{12}H_5Cl_5$	46
Гексахлорбифенил	$C_{12}H_4Cl_6$	42
Гептахлорбифенил	$C_{12}H_3Cl_7$	24
Октахлорбифенил	$C_{12}H_2Cl_8$	12
Нонахлорбифенил	$C_{12}HCl_9$	3
Декахлорбифенил	$C_{12}Cl_{10}$	1

Благодаря химической инертности, негорючести и высокой диэлектрической постоянной ПХБ нашли широкое применение в качестве диэлектриков в трансформаторах и конденсаторах, как охлаждающие жидкости в теплообменных системах, в гидравлической технике, вошли в состав пластификаторов, красок, лаков, смазочных масел, пластмасс, копировальной бумаги, добавок в бытовой химии.

Производство ПХБ в мире последовательно возросло с 1929 до 1970 г., когда эти соединения были признаны загрязнителями окружающей среды после массовых отравлений людей в Японии (1969 г.) и на Тайване (1974 г.) запрещены в ряде стран (Швеция – 1973 г., США – 1977 г., Австрия – 1980 г., общеевропейское постановление – 1986 г.).

Характер и динамика распределения ПХБ в окружающей среде во многом определяются их крайне высокой стабильностью и отсутствием действенных механизмов детоксикации. Ввиду таких свойств, содержание ПХБ в окружающей среде практически не изменилось даже после производства этих продуктов в США. Японии и ряде европейских стран. Тем не менее, по мере включения ПХБ в биологические пищевые цепи происходит прогрессивная потеря низкохлори-

рованных компонентов благодаря их селективной биотрансформации. Поэтому в организмах человека и животных накапливаются наиболее опасные высокохлорированные ПХБ.

По данным Всемирной организации здравоохранения, основными путями поступления ПХБ в окружающую среду являются:

- испарения из пластификаторов;
- выделения при сжигании промышленных и бытовых отходов;
- возгорания трансформаторов, конденсаторов и другого промышленного оборудования, в котором используются ПХБ;
- утечки с другими промышленными отходами;
- вывоз ПХБ на свалки и на поля аэрации;
- другие неконтролируемые пути.

Учитывая столь серьезный уровень экологической опасности разработали меры, регламентирующие производство, эксплуатацию, переработку и уничтожение ПХБ, в число которых входят:

- полный запрет на производство ПХБ;
- постепенная замена ПХБ альтернативными материалами с менее токсичными свойствами;
- контроль за материалами, содержащими ПХБ при их эксплуатации, складировании, транспортировке и размещении;
- разработка эффективных, экологически безопасных технологий переработки и обезвреживания ПХБ-содержащих материалов;
- контроль за процессами обезвреживания и переработки отходов;
- разработка новых правил эксплуатации установок, в которых используются ПХБ, с учетом более жестких требований к экологической безопасности производств.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) являются одними из наиболее распространенных и опасных загрязняющих веществ в водных экосистемах. Дeterгенты хорошо растворимы в воде и могут переноситься с водными массами на большие расстояния. Опасность этих веществ связана с их модифицирующим воздействием на биологические мембраны, и в первую очередь на их транспортно-барьерные свойства.

Обладая высокой устойчивостью к биохимическому окислению, ПАВ способны длительное время сохраняться в экосистемах водных объектов, накапливаться в донных отложениях и при определенных условиях переходить из донных отложений в водную среду, что создает опасность вторичного загрязнения экосистем.

Мировое производство ПАВ составляет 2–3 кг на 1 человека в год. Примерно 50% производимых ПАВ используется для бытовой химии (моющие и чистящие средства, косметика), остальное используется в промышленности и сельском хозяйстве:

- бурение с глинистыми растворами и обратимыми эмульсиями вода/масло;
- повышение нефтеотдачи пластов посредством мицеллярного заводнения;
- антиокислительные, противозадирные и др. присадки в производстве минеральных масел;
- регулирование смачивания при флотации железных и марганцевых руд, руд редких металлов;
- эмульсионная полимеризация, получение полистирола и других виниловых полимеров;
- производство химических волокон;
- механическая обработка металлов: понижение прочности, повышение скоростей резания, строгания, фрезерования;
- производство строительных материалов (регулирование свойств бетонных смесей);
- производство синтетических моющих средств;
- улучшение структуры почв, предотвращение эрозионных процессов.

3.5. Удобрения и биогенные элементы

Применение минеральных удобрений в сельском хозяйстве направлено на повышение содержания в почве элементов питания с целью увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур. Однако, когда их вносят в большем количестве, чем требуется растениям, они становятся мощным источником загрязнения почв, сельхозпродукции, почвенных и грунтовых вод, водоемов, рек, атмосферы.

Современный способ использования минеральных удобрений обеспечивает усвоение растениями до 50% действующих веществ, а остальные выносятся за пределы пахотных земель и загрязняют объекты окружающей среды, прежде всего поверхностные водоемы.

Особую тревогу вызывает применение азотных удобрений, т. к. повышенное содержание нитратов и нитритов в питьевой воде, овощах, зеленых кормах представляет токсикологическую опасность для человека и животных.

Применение избытка минеральных удобрений имеет следующие негативные последствия:

- длительное внесение удобрений изменяет свойства почв;
- внесение больших количеств азотных удобрений приводит к загрязнению почв, сельхозпродукции и пресных вод нитратами;
- происходит эвтрофикация водоемов (накопление в водных объектах биогенных элементов), которая ведет к повышению биологической продуктивности водных бассейнов и к возрастающей нехватке кислорода;
- минеральные удобрения служат источником загрязнения почв тяжелыми металлами, фтором, мышьяком;
- фосфорные удобрения являются источником загрязнения почв естественными радионуклидами – ураном, торием, радием;
- длительное применение удобрений оказывает существенное влияние на почвенную микробиоту, вызывает рост численности бактерий, актиномицетов и грибов;
- удобрения могут изменять подвижность металлов в почве и, следовательно, их доступность для растений.

3.6. Опасность и токсичность

При характеристике негативного действия ксенобиотика различают понятия «токсичность» и «опасность».

Токсичность – мера несовместимости вещества с жизнью, величина, обратная абсолютному значению среднесмертельной дозы или концентрации.

Среднесмертельная доза (LD_{50}) – доза, вызывающая гибель 50% подопытных животных при определенном способе введения (внутрь, на кожу и т.д., кроме ингаляции) в течение 2 недель последующего наблюдения. Выражается в миллиграммах вещества на 1 кг массы тела животного (мг/кг).

Среднесмертельная – концентрация (LC_{50}) – концентрация, вызывающая гибель 50% подопытных животных при ингаляционном воздействии, выражается в миллиграммах на 1 м^3 воздуха ($\text{мг}/\text{м}^3$).

Опасность – вероятность появления вредных для здоровья эффектов в реальных условиях производства и применения веществ.

К критериям классификации веществ по степени их токсичности относят:

- значение величин LD_{50} или LC_{50} ;
- пути поступления (ингаляционно, через кожу или желудочно-кишечный тракт);
- время воздействия;
- свойство разрушаться в окружающей среде или претерпевать превращения в живых организмах (биотрансформация).

Признаки определения класса опасности вредных веществ установлены стандартом ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности:

I класс – чрезвычайно опасные (чрезвычайно токсичные) вещества. К таким веществам относятся: акролеин, бензапирен, бериллий, диэтилртуть, линдан, озон, пентахлордифенил, ртуть, тетраэтилсвинец, трихлордифенил, этилмеркурхлорид, таллий, полоний, плутоний, протактиний, оксид свинца, растворимые соли свинца, теллур, фтороводород. Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны – менее $0,1 \text{ мг}/\text{м}^3$; средняя смертельная доза при введении в желудок – менее $15 \text{ мг}/\text{кг}$; средняя смертельная доза при нанесении на кожу – менее $100 \text{ мг}/\text{кг}$; средняя смертельная концентрация в воздухе – менее $500 \text{ мг}/\text{м}^3$.

II класс – высокоопасные (высокотоксичные) вещества. К ним относятся атразин, бор, бромдихлорметан, бромформ, гексахлорбензол, гептахлор, ДДТ, дибромхлорметан, кадмий, кобальт, литий, молибден, мышьяк, натрий, нитриты, свинец, селен, сероводород, силикаты, стронций, сурьма, формальдегид, фенол, фипронил, фосфаты, хлороформ, цианиды, четыреххлористый углерод, хлор, трихлорсилан. Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны – $0,1\text{--}1,0 \text{ мг}/\text{м}^3$; средняя смертельная доза при введении в желудок – $15\text{--}150 \text{ мг}/\text{кг}$; средняя смертельная доза при

нанесении на кожу – 100–500 мг/кг; средняя смертельная концентрация в воздухе – 500–5000 мг/м³.

III класс – умеренно опасные (умеренно токсичные) вещества. К ним относятся алюминий, барий, железо, марганец, медь, никель, нитраты, серебро, фосфаты, хром, цинк, этиловый спирт. Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны – 1,1–10,0 мг/м³; средняя смертельная доза при введении в желудок – 151–5000 мг/кг; средняя смертельная доза при нанесении на кожу – 501–2500 мг/кг; средняя смертельная концентрация в воздухе – 5001–50000 мг/м³.

IV класс – низко опасные (низко токсичные) вещества: симазин, сульфаты, хлориды. Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны – более 10,0 мг/м³; средняя смертельная доза при введении в желудок – более 5000 мг/кг; средняя смертельная доза при нанесении на кожу – более 2500 мг/кг; средняя смертельная концентрация в воздухе – более 50000 мг/м³.

По степени воздействия на окружающую природную среду отходы подразделяются на 5 классов опасности (в соответствии с приказом Министерства природных ресурсов РФ от 15 июня 2001 года):

I класс – чрезвычайно опасные. К ним относятся отходы (включая синтетические и минеральные масла) полихлорированных и полибромированных дифенилов и терфенилов, трансформаторы и конденсаторы с пентохлордифенилом и трихлордифенилом, отходы, содержащие тетраэтилсвинец; крезол, отходы солей мышьяка, ртутьсодержащие изделия, асбестовая пыль и волокно и др. Степень вредного воздействия этих отходов на окружающую природную среду – очень высокая. Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует.

II класс – высокоопасные. К таким веществам относятся свинцовые аккумуляторы, отработанные аккумуляторные щелочи и кислоты, кабель медно-жильный оцинкованный, остатки рафинирования нефтепродуктов, отходы кислых смол и кислого дегтя, отходы хлорида меди и солей свинца, свинцовые опилки и др. Степень вредного воздействия таких отходов на окружающую природную среду – высокая. Экологическая система сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия.

III класс – умеренно опасные. К ним относятся ацетон, дизельное топливо, авиационные, автомобильные и моторные масла, шлам

очистки трубопроводов и емкостей от нефти, песок, загрязненный бензином и маслами (количество бензина и масел 15% и более), медные провода, покрытые никелем, цементная пыль, навоз от свиней свежий, помет утиный, гусиный, куриный свежий, пыль табачная и др. Степень вредного воздействия опасных отходов на окружающую природную среду – средняя. Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника.

IV класс – малоопасные. К таким веществам относят мусор строительный от разборки зданий, мусор от организаций и жилищ (исключая крупногабаритный), отработанные покрышки, отходы битума, асфальта в твердой форме, отходы, содержащие бронзу, пыль черных металлов, отходы, содержащие чугун, пыль гипсовая, бетонная, кирпичная и от шлаковаты, отходы мела, отходы рубероида, разнородные отходы бумаги, картона и древесины (например, содержащие опилки древесно-стружечных или древесно-волоконистых плит), отходы перьев и пуха, навоз конский свежий, навоз от мелкого и крупного рогатого скота свежий; навоз от свиней перепревший, помет утиный, гусиный, куриный перепревший и др. Степень вредного воздействия опасных отходов на окружающую природную среду – низкая. Экологическая система нарушена. Период самовосстановления не менее 3-х лет.

V класс – практически неопасные. К ним относятся скорлупа от куриных яиц, опилки и стружка натуральной чистой древесины, деревянная упаковка, отходы бумаги и картона от резки и штамповки, зола древесная и соломенная, керамические изделия, строительный щебень, бой строительного кирпича, отходы гипса в кусковой форме, абразивные круги отработанные, накипь котельная, отходы цемента в кусковой форме, лом чугунный, стальной, черных металлов и алюминия, стружка стальная незагрязненная, железные бочки, пластмассовая незагрязненная тара, отходы полиэтилена в виде пленки, отходы из организаций и жилищ крупногабаритные, пищевые отходы кухонь и организаций общественного питания, мусор от уборки территории и помещений, электрические лампы накаливания, отходы изолированных проводов и кабелей и др. Степень вредного воздействия на окружающую природную среду – очень низкая. Экологическая система практически не нарушена.

3.7. Символы опасности

Символы опасности – легко распознаваемые обозначения, разработанные для предупреждения об опасных материалах или местах. Использование символов опасности, как правило, регулируется законом и организациями по стандартизации.

В России разработан ГОСТ Р 12.4.026-2001, регламентирующий знаки безопасности. Они подразделяются на:

- запрещающие знаки изображаются черным на белом фоне в красном круге, перечеркнутым кривой красной же чертой.
- предупреждающие знаки – черные, на желтом фоне в черном треугольнике, расположенным вершиной вверх.
- предписывающие знаки – белые на темно-синем фоне, в круге.
- указательные знаки – белые на синем фоне, в квадрате.

Кроме этого, существуют знаки пожарной безопасности, эвакуационные, медицинские и некоторые другие, используемые редко.

В Европе общеупотребительные знаки безопасности – квадратные, с графикой черным цветом на оранжевом фоне

Наиболее распространенные международные символы опасности представлены в таблице 8.

Таблица 8. Основные международные символы опасности

Изображение символа	Наименование символа
	Биологическая опасность
	Радиоактивные вещества или ионизирующее излучение

Изображение символа	Наименование символа
	<p>Ионизирующее излучение (ISO 21482)</p>
	<p>Лазерное излучение</p>
	<p>Взрывоопасно (E)</p>
	<p>Окислитель (O)</p>
	<p>Огнеопасно (F)</p>
	<p>Крайне огнеопасно (F+)</p>

Изображение символа	Наименование символа
	Токсично (Т)
	Крайне токсично (Т+)
	Вредно (X _n)
	Раздражает кожу (X _i)
	Едкое (С)
	Опасно для окружающей среды (N)

Биологической опасностью называется отрицательное воздействие биологических патогенов любого уровня и происхождения (от прионов и микроорганизмов до многоклеточных паразитов), создающих опасность в медико-социальной, технологической, сельскохозяйственной и коммунальной сферах. В Российской Федерации в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 к биологическим опасным и вредным производственным факторам относят следующие биологические объекты: патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) и продукты их жизнедеятельности.

В Европе и России транспортные средства, перевозящие опасные материалы и вещества, для специалистов маркируются знаком в виде цветного ромба (красного, желтого, оранжевого или белого цвета) и информационной табличкой в виде оранжевого четырехугольника с двумя цифрами, обозначающими код угрозы, которую это вещество представляет (верхнее число), и код перевозимого вещества согласно кодировке ООН (нижнее число). Пример такой таблички представлен на рис. 11.



Рис. 11. Код угрозы 33 на табличке расшифровывается как легковоспламеняющаяся жидкость, легковоспламеняющийся газ, кодировка ООН 1203 обозначает бензин

В нижней части цветного ромба обычно указывается кодов опасности (рис. 12):

- 1 – взрывчатое вещество;
- 2 – возможно выделение газов;
- 3 – легковоспламеняющаяся жидкости;
- 4 – легковоспламеняющиеся твердые вещества;
- 5 – окисляющиеся вещества (способствующие горению);
- 6 – токсичные или инфекционные вещества;
- 7 – радиоактивные материалы;
- 8 – коррозионные вещества;
- 9 – прочие опасные вещества и изделия.



Рис. 12. Пример маркировки инфекционных веществ для транспортных средств

В Соединенных Штатах Америки разработана стандартная маркировка химически опасных материалов. В компактной и наглядной форме знак помогает специалистам, работающим с опасными материалами, и специалистам служб спасения быстро определить, какие меры предосторожности нужно предпринять и как действовать в чрезвычайной ситуации.

Американский знак химической опасности представляет собой пиктограмму в виде ромба с четырьмя разными цветовыми полями-маркерами и кодами степени опасности (рис. 13).

Красное поле показывает степень пожароопасности материала (объекта):

0 – негорючее вещество (например, вода, песок);

1 – следует нагреть перед воспламенением (например, соевое масло); температура вспышки¹ выше 93 °С (200 °F);

2 – для воспламенения необходим некоторый нагрев или относительно высокая температура воздуха (например, дизельное топливо); температура вспышки между 38 °С (100 °F) и 93 °С (200 °F);

3 – вещества, способные воспламеняться при температуре внешней среды (например, бензин, ацетон); температура вспышки между 23 °С (73 °F) и 38 °С (100 °F)

4 – быстро или полностью испаряется при нормальном атмосферном давлении и температуре или легко рассеивается в воздухе и легко возгорается (например, пропан). Температура вспышки ниже 23 °С (73 °F).

¹ Температура вспышки – наименьшая температура летучего конденсированного вещества, при которой пары над поверхностью вещества способны вспыхивать в воздухе под воздействием источника зажигания, однако устойчивое горение после удаления источника зажигания не возникает.



Рис. 13. Пример маркировки химически опасных материалов по стандарту NFPA 704 (США)

Синее поле показывает опасность для здоровья человека:

0 – не представляет опасности для здоровья, не требует мер предосторожности (например, пищевая сода, целлюлоза);

1 – воздействие может вызвать лишь раздражение с минимальными остаточными повреждениями (например, ацетон);

2 – интенсивное или продолжительное, но не хроническое воздействие может привести к временной потере трудоспособности или возможным остаточным повреждениям (например, диэтиловый эфир);

3 – кратковременное воздействие может привести к серьезным временным или умеренным остаточным последствиям (например, хлор, серная кислота);

4 – очень кратковременное воздействие может вызвать смерть или крупные остаточные повреждения (например, синильная кислота, фосфин).

Желтое поле показывает степень взрывоопасности.

0 – стабильно даже при действии открытого пламени и не реагирует с водой (например, гелий);

1 – обычно стабильное, но может стать неустойчивым при повышенных температуре и давлении (например, пероксид водорода, гидроксид натрия);

2 – подвергается серьезным химическим изменениям при повышенной температуре и давлении, бурно реагирует с водой или может образовывать взрывчатые смеси с водой (например, фосфор, калий, натрий);

3 – способно к детонации или взрывному разложению, но требует начального источника, должно быть нагрето в замкнутом пространстве, реагирует с водой со взрывом или детонирует при сильном ударе (например, нитрат аммония);

4 – способно к детонации или взрывному разложению при нормальной температуре и давлении (например, нитроглицерин, гексоген).

На **белом поле** указываются символы специального назначения:

- W – реагирует с водой необычным или опасным образом (например, цезий, натрий, рубидий);
- OX или OXY – окислитель (например, перхлорат калия, нитрат аммония);
- SA: удушающий (не поддерживающий дыхание) газ (включая азот, гелий, неон, аргон, криптон, ксенон).

Кроме этого, иногда на белом поле разрешено использовать нестандартные символы:

- COR – едкое вещество, сильная кислота или основание (например, серная кислота, гидроксид калия);
- ACID – кислота (конкретизирует символ «едкое вещество»);
- ALK – щелочь (конкретизирует символ «едкое вещество»);
- BIO – биологическая опасность (например, вирус натуральной оспы);
- CRY или CRYO – низкая температура (например, жидкий азот);
- POI – ядовито (например, пчелиный яд);
- Трилистник радиации – радиоактивно (например, плутоний, уран).

3.8. Федеральные санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы к содержанию токсичных соединений

Предельно допустимая концентрация (ПДК) загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест – гигиенический норматив, утверждаемый постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации по рекомендации Комиссии по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию при Минздраве России. Кроме того, в составлении норматива принимают участие члены секции «Гигиена атмосферного воздуха» Проблемной комиссии «Научные основы экологии человека и гигиены окружающей среды» РАМН, Российского регистра потенциально опасных химических и биологических веществ и Департа-

мента госсанэпиднадзора Минздрава России. Нормативы устанавливаются на основании комплексных токсиколого-гигиенических и эпидемиологических исследований с учетом международного опыта.

Под ПДК понимается такая максимальная концентрация химических элементов и их соединений в окружающей среде, которая не оказывает в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного действия на настоящее или будущие поколения, не снижающая работоспособности человека, не ухудшающая его самочувствия и санитарно-бытовых условий жизни.

Названия индивидуальных веществ в нормативном акте приведены алфавитном порядке в соответствии с правилами Международного союза теоретической и прикладной химии, ИЮПАК и обеспечены номерами химической реферативной службы (CAS) для облегчения идентификации веществ. Также для каждого вещества указан лимитирующий показатель вредности (в соответствии с которым обоснована ПДК), который характеризует направленность биологического действия вещества: рефлекторное и резорбтивное. Под рефлекторным действием понимается реакция со стороны рецепторов верхних дыхательных путей – ощущение запаха, раздражение слизистых оболочек, задержка дыхания и т.п. Указанные эффекты возникают при кратковременном воздействии вредных веществ, поэтому рефлекторное действие лежит в основе установления максимальной разовой ПДК. Под резорбтивным действием понимают возможность развития общетоксических, гонадотоксических, эмбриотоксических, мутагенных, канцерогенных и других эффектов, возникновение которых зависит не только от концентрации вещества в воздухе, но и длительности ее вдыхания. С целью предупреждения развития резорбтивного действия устанавливается среднесуточная ПДК.

Разработанные нормативы действуют на всей территории Российской Федерации, устанавливают предельное допустимое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест и распространяются на атмосферный воздух городских и сельских поселений.

Нормативы используются при проектировании технологических процессов, оборудования и вентиляции, для санитарной охраны атмосферного воздуха, для профилактики неблагоприятного воздействия загрязняющих атмосферный воздух веществ на здоровье населения городских и сельских поселений.

В таблице 9 приведены ПДК основных загрязняющих веществ на основании гигиенических нормативов ГН 2.1.6.1338-03, утвержденных Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 21.05.2003 г. с изменениями согласно Постановлению № 26 от 3 ноября 2005 г.

Таблица 9. Максимальные разовые и среднесуточный предельно допустимые концентрации (ПДК) некоторых загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

№ п/п	Наименование вещества	Величина ПДК (мг/м ³)	
		максимальная разовая	среднесуточная
1	Азотная кислота	0,4	0,15
2	Азот (II) оксид	0,4	0,06
3	Аммиак	0,2	0,04
4	Бензапирен	-	0,01
5	Бензол	0,3	0,1
6	Бром	-	0,04
7	Диметилсульфид	0,08	-
8	Йод	-	0,03
9	Кадмий	-	0,0003
10	Пыль недифференцированная по составу (аэрозоль), содержащаяся в воздухе населенных пунктов	0,5	0,15
11	Калий хлорид	0,3	0,1
12	Кобальт	-	0,0004
13	Марганец и его соединения (в пересчете на марганец (IV) оксид)	0,01	0,001
14	Медь оксид (в пересчете на медь)	-	0,002

Окончание табл. 9

№ п/п	Наименование вещества	Величина ПДК (мг/м ³)	
		максималь- ная разовая	среднесуточ- ная
15	Метанол	1	0,5
16	Молибден	-	0,02
17	Мышьяк	-	0,0003
18	Нафталин	0,007	-
19	Никель	-	0,001
20	Озон	0,16	0,03
21	Ртуть	-	0,0003
22	Свинец	0,001	0,0003
23	Сера диоксид	0,5	0,05
24	Серная кислота	0,3	0,1
25	Тетраэтилсвинец	0,0001	0,00004
26	Углерод оксид	5	3
27	Формальдегид	0,035	0,003
28	Хлор	0,1	0,03
29	Гидрофторид	0,02	0,005

4. БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ КСЕНОБИОТИКОВ КАК ПОСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕНЕЗА

Все вещества в той или иной степени способны оказывать влияние на живые организмы, т. е. проявлять биологическую активность. Первый контакт чужеродного соединения с биологическим объектом может быть случайным (например, в результате загрязнения окружающей среды) или принудительным (например, в результате введения лекарств). Многообразие химических соединений в организме предполагает возможность взаимодействия практически с любым попадающим в него чужеродным веществом.

Биологической активностью вещества называют его способность изменять функциональные возможности либо компонентов организма, либо живого организма в целом, либо сообщества организмов.

Существуют различные классификации биологически активных веществ:

- по источнику получения:
 - эндогенные;
 - экзогенные;
- по действию на организм:
 - биоинертные (не усваиваются организмом);
 - биосовместимые (медленно распадающиеся в организме);
 - бионесовместимые (вызывающие поражение тканей организма);
 - биоактивные направленного действия (антимутагенного, антиканцерогенного, иммуномодулирующего и др.);
- по токсичности;
- по происхождению:
 - природные:
 - растительного происхождения;
 - животного происхождения;
 - грибного происхождения;
 - микробного происхождения;
 - синтетические;
- по химическому строению (внутри каждого ряда выделяют группы, основываясь на наличии тех или иных функциональных групп и заместителей):

- производные алифатического ряда;
- производные алициклического ряда;
- производные ароматического ряда;
- производные гетероциклического ряда;
- по структуре:
 - хиральные (имеющие стереогенные 3D-пространственные структурные элементы – асимметрические центры, оси и спирали, которые обеспечивают существование энантиомерных пар, диастереомеров и оптическую активность);
 - ахиральные (имеющие симметрические 1D-, 2D- и 3D-структуры, в которых отсутствуют стереогенные элементы);
- по размеру частиц;
- по устойчивости;
- по возможности накапливаться в организме и др.

4.1. Классификация ядовитых для живых организмов веществ техногенного происхождения

Многие из веществ, загрязняющих окружающую среду, являются сильнодействующими ядовитыми веществами.

Яды – это химические вещества (синтетические и природные), которые после проникновения в организм в определенных дозах вызывают структурные и функциональные изменения, сопровождающиеся развитием характерных патологических состояний.

В зависимости от источника происхождения и практического применения токсические вещества (яды) подразделяют на следующие группы:

- промышленные яды:
 - органические растворители (дихлорэтан, тетрахлорметан);
 - вещества, применяемые в качестве топлива (метан, пропан);
 - красители (анилин и его производные);
 - фреоны;
 - химические реагенты;
 - полупродукты органического синтеза и др.;

- минеральные удобрения и средства защиты растений, в том числе пестициды;
- лекарственные средства и полупродукты фармацевтической промышленности, в том числе:
 - лекарственные психотропные средства (барбитураты, антидепрессанты);
 - минеральные пищевые добавки (препараты железа в таблетках);
 - обезболивающие (производные опиоидов, хлороформ);
 - слабительные (сульфат магния, сульфат натрия, фенолфталин);
 - средства для растирания (спирты, метилсалицилат, ментол, горчичное масло);
- бытовые токсические вещества:
 - антифризы (этиленгликоль, метиловый спирт);
 - дезинфицирующие средства (гипохлориты, соли аммония);
 - краски (пигменты, растворители);
 - крысиные яды (варфарин, стрихнин);
 - разбавители красок (скипидар, бензин, уайт-спирит);
 - репелленты (пара-дихлорбензол, камфора);
 - средства огнетушения (четырёххлористый углерод, бромистый метил);
 - средства для ухода за волосами (броматы, персульфаты, пербораты);
 - средства для снятия красок (спирты, ацетон, бензол);
 - фумиганты, или препараты для окулирования (цианиды, сероуглерод, оксид этилена);
 - чистящие средства (аммиак, кислоты, щелочи, отбеливатели);
- растительные и животные яды;
- боевые отравляющие вещества.

По общему характеру токсического воздействия яды подразделяют на вещества:

- нервно-паралитического действия (бронхоспазм, удушье, судороги и параличи) – фосфорорганические инсектициды, никотин, анабазин и др.

- кожно-резорбтивного действия (местные воспалительные и некротические изменения в сочетании с общетоксическими резорбтивными явлениями) – дихлорэтан, гексахлоран, уксусная эссенция, мышьяк и его соединения, ртуть.

- общетоксического действия (судороги, кома, отек мозга, паралич) – синильная кислота и ее производные, угарный газ, алкоголь и его суррогаты.

- удушающего действия (токсический отек легких) – оксиды азота, фосген.

- слезоточивого и раздражающего действия (раздражение наружных слизистых оболочек) – хлорпикрин, пары концентрированных кислот и щелочей.

- психотического действия (нарушение психической активности, сознания) – наркотики (кокаин, опий), атропин, ЛСД.

В зависимости от преимущественного поражения соответствующих органов и тканей человека яды подразделяют на следующие категории:

- сердечные яды, характеризующиеся кардиотоксическим действием и вызывающие нарушение ритма и проводимости миокарда – сердечные гликозиды, трициклические антидепрессанты, растительные яды (аконит, чемерица, хинин и пр.), животные яды (тетродотоксин), соли бария, калия;

- нервные яды, которые обладают нейротоксическим действием, проявляющимся в нарушении психической активности с переходом в токсическую кому, в наступлении параличей и др. – психофармакологические средства (наркотики, транквилизаторы, снотворные), фосфорорганические соединения, угарный газ, алкоголь и его суррогаты;

- печеночные яды – соединения, приводящие к токсической патологии печени (гепатопатии) – хлорированные углеводороды (дихлорэтан), ядовитые грибы (бледная поганка), фенолы и альдегиды;

- почечные яды, действие которых вызывает нефропатологические проявления (токсическую нефропатию) – соединения тяжелых металлов, этиленгликоль, щавелевая кислота;

- кровяные (гемические) яды – вещества, обладающие гематоксическим воздействием и вызывающие метгемоглобинемию, гемолиз, анемию – анилин и его производные, нитриты, мышьяковистый водород;

- желудочно-кишечные яды, приводящие к развитию токсического гастроэнтерита – концентрированные кислоты и щелочи, соединения тяжелых металлов и мышьяка;
- легочные яды, интоксикация которыми приводит к отеку и (или) последующему фиброзу легких – оксиды азота, хлор, фтор, бром, йод, аммиак;
- яды, поражающие иммунную систему (развитие токсико-аллергических нарушений);
- яды, поражающие кожу (химические ожоги, изъязвления, аллергические дерматиты, токсикодермии).

4.2. Биологически активные вещества природного происхождения

Многие биологически активные вещества действуют избирательно. Например, многие вещества, синтезируемые растениями, являются токсичными для млекопитающих. У растений такие соединения часто выполняют защитные функции, отпугивая потенциальных консументов.

Алкалоиды – органические азотсодержащие соединения, преимущественно растительного происхождения, обладающие основными свойствами (таблица 10). Алкалоиды обладают очень высокой физиологической активностью и поэтому в больших дозах являются ядовитыми веществами. В то же время в малых дозах они способны выступать в качестве сильнодействующих лекарственных средств различного действия. Например, атропин расширяет зрачок и повышает внутриглазное давление, а пилокарпин, наоборот, его суживает и понижает внутриглазное давление; кофеин (рис. 14) и стрихнин возбуждают центральную нервную систему, а морфин угнетает ее; папаверин расширяет кровеносные сосуды и снижает артериальное давление, а эфедрин суживает сосуды и повышает артериальное давление и т.д.

Гликозиды – органические соединения, молекулы которых состоят из двух частей: сахаристой части (гликона) и несакхаристой (генина, или агликона).

Гликозиды обладают разнообразным действием. Сердечные гликозиды, генины которых являются стероидами, используются для лечения различных сердечно-сосудистых заболеваний. Фенолгликозиды в организме расщепляются с выделением фенолов, обладающих противомикробным действием. А так как эти вещества образуются в почках, они дезинфицируют мочевые пути. Антрагликозиды действуют слабительно. Сапонины, водные растворы которых при встряхивании образуют обильную пену, при введении в кровь вызывают разрушение эритроцитов, а попадая в желудочно-кишечный тракт оказывают лечебное действие: успокаивают центральную нервную систему, возбуждают аппетит и улучшают пищеварение.

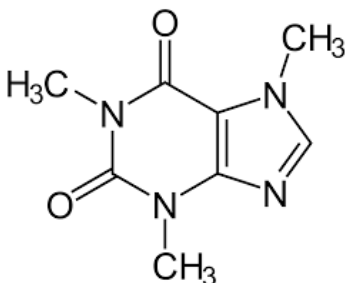


Рис. 14. Структурная формула кофеина

Таблица 10. Основные группы алкалоидов, продуцируемые растениями (Куценко, 2004)

Группы алкалоидов	Важнейшие представители	Растения
пиридиновые и пиперидиновые	кониин никотин лобелин	болиголов табак лобелия
пирролидиновые	гиосциамин скополамин	белена скополия
пирролизидиновые	платифиллин сенцифиллин	крестовник
хинолиновые	эхинопсин	мордовник

Группы алкалоидов	Важнейшие представители	Растения
бензилизохинолиновые	папаверин	мак
фенантрен-изохинолиновые	морфин кодеин	мак
дибензил-изохинолиновые	даурицин	луносемянник
Группы алкалоидов	Важнейшие представители	Растения
бензофенантридиновые	хелидонин сангвинарин	чистотел
индольные	галантамин винкамин	подснежник барвинок
имидазольные	пилокарпин	пилокарпус
пуриновые	кофеин теофиллин	чай кофе
дитерпеновые	аконитин	борец
ациклические	эфедрин	эфедра
колхициновые	колхицин	безвременник

Гликоалкалоиды – родственные гликозидам соединения, у которых генинами служат алкалоиды. Некоторые такие вещества используются для полусинтетического получения лекарств (например, гидрокортизона). К таким веществам относится также соланин (рис. 15), который вырабатывается в растениях семейства пасленовые, например, в картофеле. Соланин обладает фунгицидными и инсектицидными свойствами, исполняя роль природной защиты растений. У человека соланин вызывает возбуждение, а затем угнетение нервной системы, разложение эритроцитов, поэтому в больших количествах токсичен.

Дубильные вещества – группа разнообразных и сложных по составу растворимых в воде органических веществ ароматического ряда, содержащих гидроксильные радикалы фенольного характера. Осаждают слизи, белки, клеяющие вещества, алкалоиды. С белками образуют нерастворимые в воде альбуминаты, на чем основано их применение в медицине (бактерицидное, противовоспалительное действие).

Кумарины – класс природных органических соединений, представляющих собой ненасыщенные ароматические лактоны, в основе которых лежит кумарин (рис. 16). В зависимости от строения кумарины обладают различной физиологической активностью: спазмолитического, успокаивающего, мочегонного, обезболивающего, противомикробного и иного действия. Некоторые из них стимулируют функции центральной нервной системы, понижают уровень холестерина в крови, препятствуют образованию тромбов в кровеносных сосудах и способствуют их растворению. Некоторые фурукумарины задерживают деление клеток и поэтому обладают противоопухолевой активностью. У растений выполняют функции ингибиторов роста, ускорителей прорастания семян, защитных веществ при заболеваниях растений, вызванных патогенными организмами.

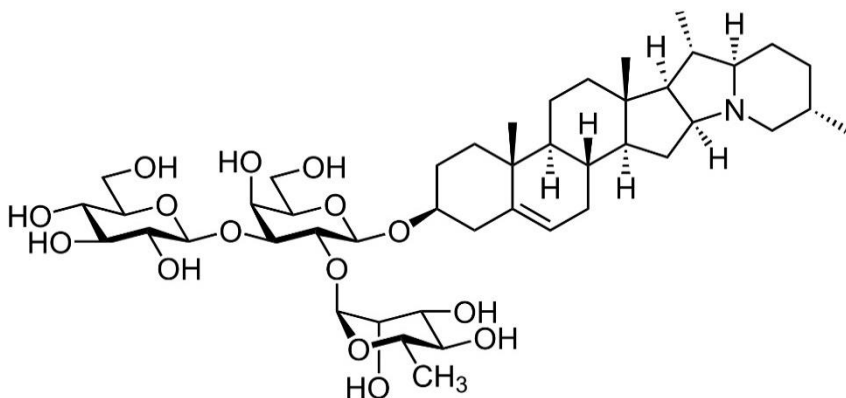


Рис. 15. Структурная формула соланина

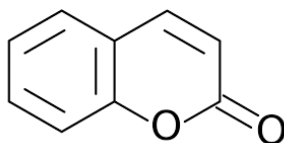


Рис. 16. Структура кумарина

Флавоноиды – большая группа природных кислородсодержащих гетероциклических соединений, в основе строения которых лежит дифенилпропановый скелет $C_6-C_3-C_6$ (рис. 17).

Свое название эти вещества получили от латинского слова *flavus* (желтый), так как первые выделенные флавоноиды имели желтую окраску. В растениях большинство флавоноидов присутствует в форме гликозидов (кроме катехинов и лейкоантоцианидинов).

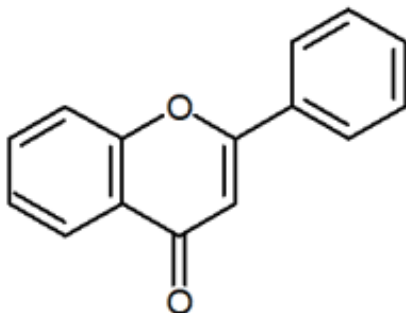


Рис. 17. Общая структурная формула флавоноидов

Флавоноиды проявляют различную активность, в частности:

- Р-витаминную (уменьшают проницаемость стенок капилляров и хрупкость сосудов: рутин, катехины чая, флавоноиды из плодов цитрусовых, шиповника);
- антисклеротическую (снижают концентрацию холестерина и липопротеидов в крови);
- спазмолитическую (рутин, лютеолин, кверцетин);
- противовоспалительную, противозвенную, ранозаживляющую (рутин, кверцетин, флавоноиды солодки и календулы);
- желчегонную (катехины чая, флавоноидов мяты перечной, цветков бессмертника, пижмы, плодов шиповника);
- гипоазотемическую (понижают в крови уровень азотистых веществ и используется при лечении почечной недостаточности: флавоноиды леспедеции);
- сердечно-сосудистую (оказывают влияние на работу сердца и сосудов, увеличивают амплитуду сердечных сокращений, восстанавливают работу сердечной мышцы при утомлении и отравлении хлороформом, нормализуют ритм: рутин, кверцетин, мирицетин, мирицитрин);

- сосудорасширяющее действие, в том числе и на коронарные сосуды сердца: (кверцетин, кемпферол, полифенолы из цветков боярышника);
 - кардиотоническое действие (настойка плодов боярышника);
 - седативное действие (настойка пустырника);
 - гипотензивное действие (настойка пустырника, настой сушенцы топяной);
 - мочегонное действие (флавоноиды хвоща полевого, горца птичьего);
 - противовирусную и антимикробную активность (флавоноиды ивы остролистной);
 - эстрогенную (флавоноиды бобовых увеличивают скорость созревания яйцеклетки, способствуют рецепции сперматозоидов при оплодотворении, помогают при лечении бесплодия);
 - противоопухолевую (катехины чая, флавоноиды цитрусовых).

Биологически активные вещества содержат не только растения, но и животные. Некоторые животные содержат в органах и тканях чрезвычайно токсичные вещества, что позволяет выделить их в особую группу ядовитых (опасных) животных. Некоторые из них являются вторично-ядовитыми, поскольку не продуцируют, а аккумулируют яды, поступающие из окружающей среды.

Биологически активные вещества, вырабатываемые животными, подразделяют на:

- пассивные зоотоксины, оказывающие действие при поедании животного-продуцента;
- активные токсины, которые вводятся в организм жертвы с помощью специального аппарата (жала, зубов, игл и т.д.).

Химическое строение зоотоксинов чрезвычайно разнообразно. В роли таких веществ могут выступать:

- энзимы и другие протеины;
- олиго- и полипептиды;
- липиды;
- биогенные амины;
- гликозиды;
- терпены и др.

Однако во многих случаях яд животных представляет собой сложную смесь большого числа биологически активных веществ.

4.3. Виды биологической активности

Попав в организм, чужеродное химическое соединение либо используется для его нужд, либо выводится из него, либо остается в организме чужеродным, что вызывает более глубокую физиологическую реакцию.

Биологическая активность веществ может быть весьма разнообразна.

Раздражающим называется избирательное действие химических веществ на нервные окончания, разветвляющиеся в покровных тканях, сопровождающееся рядом местных и общих рефлекторных реакций.

Наиболее чувствительными к раздражению являются покровные ткани, в которых плотность нервных окончаний выше, где они более доступны действию химических веществ (прежде всего, конъюнктивы глаз, слизистая дыхательных путей). Действие раздражающих средств может быть:

- местным (вещества непосредственно возбуждают нервные окончания, а также освобождают гистамин, серотонин, брадикинин и простагландины, расширяют сосуды; при длительном контакте появляются сильная боль и воспалительная реакция);
- рефлекторным (происходит тонизирование дыхательного и сосудодвигательного центров продолговатого мозга; например, раствор аммиака при вдыхании раздражает окончания тройничного нерва в полости носа, импульсы достигают центра этого нерва, а затем переключаются на дыхательный центр);
- нейрогуморальным (обусловлено резорбтивными эффектами биологически активных веществ, всасывающихся из зоны раздражения кожи).

Раздражающее действие присуще огромному количеству веществ как природного, так и синтетического происхождения. Раздражающие средства растительного происхождения являются ментол, синигрин (гликозид, содержащийся в горчице), капсаицин (содержится в плодах стручкового перца). К числу наиболее известных синтетических раздражающих средств относятся галогены, альдегиды, кетоны, пары кислот и др. К числу веществ с высокой раздражающей активностью, прежде всего, относятся:

- алифатические и ароматические галогенированные кетоны;
- производные нитрилов;
- ароматические мышьякорганические соединения;
- эфиры форбола и дитерпеновые эфиры;
- другие ароматические и гетероциклические соединения.

Выраженность эффекта определяется строением вещества, его концентрацией и местом аппликации.

Дерматотоксичность – это свойство химических веществ вызывать повреждение кожных покровов. Компенсаторные реакции, процессы саморегуляции делают кожу человека очень устойчивой к различным химическим, физическим, механическим факторам. Но чрезмерное и многокомпонентное воздействие этих факторов (например, в условиях производства) снижает защитные функции кожи и приводит к развитию кожных заболеваний.

Воздействие токсичных веществ может осуществляться двумя способами:

- путем прямого контакта с кожными покровами (формальдегид, фенолы, амины, кислоты, щелочи, некоторые металлы); такой токсический процесс называется химическим дерматитом.
- путем резорбтивного действия, вследствие проникновения веществ во внутренние среды организма с развитием системных эффектов (полигалогенированные диоксины, дибензофураны, никель, бериллий); такие патологические процессы называются токсидермиями.

Химические агенты по воздействию на кожу подразделяются на три группы:

- первично-раздражающие:
 - облигатные – вещества, которые при попадании на неповрежденную кожу в течение короткого периода времени (секунд, минут, часов) вызывают химические ожоги: концентрированные растворы кислот и щелочей, соли щелочноземельных и тяжелых металлов, газообразные вещества (сероводород, хлор, бром), боевые отравляющие вещества;
 - факультативные – вещества, которые при попадании на неповрежденную кожу приводят к развитию поражений за длительный промежуток времени и не у всех контактирующих с ними лиц: кислоты в низких концентрациях, органические растворители, минеральные масла, смазочно-охлаждающие жидкости и др.;

- сенсибилизирующие – вещества, однократный контакт с которыми не приводит к поражению кожи, но при повторных контактах развивается повышенная чувствительность к данным веществам, а затем и аллергические заболевания: синтетические волокна и ткани, клеи, пасты, синтетические каучуки, металлы и соли тяжелых металлов, органические красители, клеящие смолы (акриловые и эпоксидные соединения);

- вещества фотодинамического действия повышают чувствительность кожи к излучению ультрафиолетового диапазона: твердые углеводороды каменного угля и нефти, пестициды, соли хрома, тетраэтилсвинец, мышьяк, сульфаниламидные препараты.

Пульмотоксичность – это свойство химических веществ вызывать структурно-функциональные нарушения со стороны органов дыхания.

Обладая огромной площадью поверхности, легкие находятся в состоянии постоянного воздействия многих токсичных веществ, содержащихся во вдыхаемом воздухе. В подавляющем большинстве случаев, когда концентрации веществ малы, такие воздействия никак не проявляют себя, однако если содержание этих веществ в воздухе высоко, формируется токсический процесс. Действие токсикантов на верхние дыхательные пути сопровождается:

- функциональными нарушениями вследствие раздражения нервных окончаний;
- развитием воспалительно-некротических изменений в дыхательных путях.

Пульмотоксичность может проявляться как при местном, так и при резорбтивном действии токсикантов. Более того, для многих соединений легкие являются лишь входными воротами, которые они проходят, не вызывая повреждений (монооксид углерода, мышьяковистый водород и т. д.), и наоборот, к некоторым соединениям, проникающим в организм другими путями (например, через желудочно-кишечный тракт) ткань легких чрезвычайно чувствительна. Однако наиболее часто пульмотоксичность проявляется при ингаляционном способе воздействия ксенобиотиков в форме газов, паров и аэрозолей.

Перечень веществ, действующих на организм ингаляционно, очень велик и включает многочисленные загрязнители атмосферного

воздуха, пестициды, боевые отравляющие вещества и т.д. Тем не менее, наибольшую опасность (в силу либо высокой токсичности, либо масштабности использования в хозяйственной деятельности) представляют химические соединения следующих групп:

- галогены (хлор, фтор);
- ангидриды кислот (оксиды азота, оксиды серы);
- аммиак;
- галогенпроизводные угольной кислоты (фосген, дифосген);
- галогенированные нитроалканы (хлорпикрин, тетрахлординитроэтан);
- галогенфториды (трехфтористый хлор);
- галогенсульфиды (пятифтористая сера);
- галогенпроизводные непредельных углеводородов (перфтризобутилен);
- изоцианаты (метилизоцианат).

Некоторые вещества вызывают поражение уже вследствие однократного воздействия, другие провоцируют патологию только при длительной экспозиции или повторных воздействиях.

Гематотоксичность – это свойство химических веществ избирательно нарушать функции клеток крови или ее клеточный состав (как в сторону уменьшения, так и увеличения числа форменных элементов). Нарушение числа форменных элементов может явиться следствием прямого разрушения клеток в кровяном русле, повреждения процессов клеточного деления и созревания в кроветворных органах, а также поступления зрелых элементов в кровь.

Частыми проявлениями гематотоксичности являются:

- нарушение свойств гемоглобина;
- анемии;
- тромбоцитопении;
- лейкопении;
- лейкемии.

Преимущественно изменение клеточного состава крови, вызванное токсичными веществами, является обратимым и исчезает после прекращения действия вещества, хотя встречаются и персистирующие формы, заканчивающиеся летальным исходом в случае тяжелого повреждения костного мозга.

К числу веществ гематотоксичного действия, прежде всего, относятся:

- анилин;
- бензол;
- мышьяк;
- арсин;
- нитриты;
- производные феноксиуксусной кислоты;
- свинец;
- стибин;
- тринитротолуол;
- этиленоксид;
- эфиры гликолей.

Нейротоксичность – это свойство химических веществ вызывать нарушение структуры и/или функций нервной системы. Вещество считается нейротоксичным, если оно может вызвать стойкую нервную дисфункцию или изменение химии или структуры нервной системы. Кратковременное воздействие или воздействие низкой дозы нейротоксичного вещества может привести к появлению субъективных симптомов, таких как головная боль и головокружение, но это действие обычно обратимо. При увеличении дозы могут проявиться неврологические расстройства, а в конечном счете происходят необратимые морфологические изменения.

Нейротоксичность присуща большинству известных веществ, поэтому практически любая острая интоксикация в той или иной степени сопровождается нарушениями функций нервной системы. Например, к нейротоксичным веществам относят многие тяжелые металлы (свинец, ртуть, марганец), синтетические соединения, включая многие пестициды, промышленные растворители и др., а также природные соединения, такие как тетродотоксин (содержится в иглобрюхе, японском деликатесе) и домоевая кислота (содержится в зараженных мидиях). Вообще, многие животные яды и токсины, используемые для защиты от позвоночных, являются нейротоксинами. Наиболее частым эффектом их применения является паралич, наступающий очень быстро. Некоторыми животными нейротоксины используются при охоте, так как парализованная жертва становится удобной добычей.

Кроме этого, вещества, для которых порог чувствительности нервной системы ниже, чем других органов и систем, и в основе ин-

токсикации которыми лежат нарушения моторных, сенсорных функции нервной системы, памяти, мышления, эмоций, поведения, условно относят к нейротоксикантам, даже если не известны механизмы их токсического действия.

Гепатотоксичность – это свойство химических веществ вызывать структурно-функциональные нарушения печени.

Печень играет главную роль в биотрансформации и удалении из организма многих химических веществ, и поэтому чувствительна к токсическим воздействиям лекарственных веществ, ксенобиотиков и к окислительному стрессу. При этом может нарушаться функция как самих клеток органа (воздействие на клеточном уровне), так и механизмов выделения желчи (функциональные нарушения).

Известен широкий круг веществ, обладающих гепатотоксичностью. К их числу относятся природные соединения, продуцируемые растениями, грибами, микроорганизмами, продукты химической и фармацевтической промышленности, отходы этих видов производственной деятельности. Сильнее всего на орган воздействуют галогены, цианиды, металлы и их соли, бактериальные и вирусные токсины, некоторые лекарственные препараты.

В последние годы во всем мире наблюдается рост гепатотоксических реакций на лекарственные средства. Острые лекарственные поражения печени могут вызывать более 1200 лекарственных средств, 200 из которых потенциально гепатотоксичны. По данным фармакоэпидемиологических исследований, лекарственные поражения печени наиболее часто вызывают парацетамол, нестероидные противовоспалительные средства, антимикробные препараты и лекарства, влияющие на центральную нервную систему, что обусловлено не только их потенциальной гепатотоксичностью, но и широким применением.

Нефротоксичность – это свойство химических веществ вызывать структурно-функциональные нарушения почек. Нефротоксичность может проявляться вследствие прямого взаимодействия химических веществ или их метаболитов с паренхимой почек, так и опосредованного действия, главным образом через изменения гемодинамики, кислотно-основного равновесия внутренней среды.

В строгом смысле нефротоксикантами могут быть названы лишь вещества, к которым порог чувствительности органа существенно

ниже. Однако на практике часто нефротоксикантами называют любое вещество, обладающее нефротоксичностью. К веществам, вызывающим острые и хронические формы повреждения почек, относят:

- тяжелые металлы (висмут, золото, кадмий, литий, медь, платина, ртуть, свинец, серебро, хром);
- технические жидкости (диоксан, дихлорэтан, метанол, сероуглерод, толуол, хлороформ, четыреххлористый углерод, этиленгликоль);
- пестициды (паракват);
- микотоксины (например, токсины бледной поганки);
- растительные яды (рицин);
- животные яды (кантаридин – яд жука-нарыника);
- лекарственные препараты (пенициллин, пуромидин, цефалоридин, производные ацетилсалициловой кислоты).

Иммунотоксичность – свойство химических веществ вызывать подавление иммунных реакций, проявление реакций гиперчувствительности или аутоиммунных реакций.

Данные о влиянии токсичных химических веществ на систему иммунитета крайне важны, поскольку в результате вызываемых ими дисфункций иммунной системы возникают многочисленные инфекционные, аллергические, аутоиммунные и онкологические заболевания. При рассмотрении влияния токсичных соединений на иммунную систему необходимо отметить тесную связь этого действия с функциями центральной нервной системы и эндокринной системы.

Иммунотоксичность следует рассматривать в двух аспектах:

- собственно повреждающее действие веществ на иммунную систему;
- участие иммунной системы в реализации механизмов токсического действия токсичных соединений.

К наиболее известным промышленным токсикантам, обладающим выраженной иммунотоксичностью, относятся:

- бериллий;
- ДДТ;
- диэльдрин;
- изоцианаты;
- кадмий;
- метилртуть;
- никель;

- оловоорганические соединения;
- платина;
- полигалогенированные ароматические углеводороды;
- тетрахлордифензофуран;
- формальдегид;
- хром;
- эпоксидные смолы;
- этиленоксид;
- эфиры гликоля.

Мутагенность – способность химических веществ вызывать мутации. К химическим мутагенам относятся следующие группы соединений:

- некоторые алкалоиды (например, колхицин);
- окислители и восстановители (нитраты, нитриты, азотистая кислота, активные формы кислорода);
- алкилирующие агенты (например, иодацетамид, эпоксибензантрацен);
- нитропроизводные мочевины;
- некоторые пестициды (группы альдрина, гексахлоран);
- некоторые пищевые добавки (например, ароматические углеводороды, цикламаты);
- продукты переработки нефти;
- органические растворители;
- лекарственные препараты (например, иммунодепрессанты).

Основными видами мутаций, вызываемых химическими веществами, являются:

- точечные мутации, связанные с модификацией одного нуклеотида в структуре ДНК;
- хромосомные aberrации, т.е. изменение структуры хромосом или числа хромосом в клетке.

Неблагоприятные эффекты мутагенеза определяются тем, в клетках какого типа он реализуется: половых или соматических, стволовых или зрелых. Результатом мутаций половых являются стерильность, врожденная патология у потомства или гибель плода. Мутации стволовых и делящихся соматических клеток сопровождаются нарушениями тканей с непрерывной физиологической регенерацией (система крови, иммунная система, эпителиальные ткани) и канцерогенезом.

Канцерогенность – это свойство химических веществ самостоятельно или в комплексе с другими факторами вызывать или содействовать развитию злокачественных новообразований.

Все химических вещества делятся на 3 класса по способности вызывать рак:

- 1 – вещества, канцерогенные либо условно канцерогенные для человека;
 - 1А – вещества, канцерогенность которых установлена доказательными эпидемиологическими наблюдениями за людьми;
 - 1Б – вещества, канцерогенность которых достоверно доказана в опытах на животных;
- 2 – вещества, подозреваемые как канцерогены для человека;
- 3 – вещества, не проявившие канцерогенной активности.

К химическим канцерогенам чаще всего относят:

- ароматические углеводороды и их производные;
- асбест;
- бензапирены;
- диоксины;
- кадмий;
- микотоксины (например, продуцируемые грибами рода *Aspergillus*);
 - мышьяк;
 - нитраты и нитриты;
 - пероксиды;
 - пищевые добавки (например: Е123-амарант, Е121-цитрусовый красный);
 - формальдегид.

Развивающиеся под влиянием этих веществ эффекты носят отсроченный характер и являются следствием, как правило, длительного кумулятивного действия малых доз.

Следует различать понятия «канцерогенная активность» («канцерогенность») и «канцерогенная опасность» вещества. Канцерогенная активность свидетельствует о способности вещества вызывать развитие злокачественных новообразований. Канцерогенная опасность включает в себя дополнительные условия: распространенность вещества, возможность контакта с ним, его стабильность в окружающей среде и др.

Коканцерогенами называются вещества, которые существенно увеличивают вероятность формирования новообразований, действуя на организм или совместно с канцерогенами, или до него.

Тератогенность – способность химического вещества вызывать структурные и функциональные дефекты в период развития организма (у зародыша или плода).

Чувствительность к тератогенному воздействию зависит от стадии эмбрионального развития. Максимальная чувствительность к тератогенным факторам у плода приходится на 18–60-е сутки развития, то есть период интенсивной клеточно-тканевой дифференциации. По окончании этого периода воздействия веществ обычно приводят не к порокам развития, а к недоразвитию или функциональной незрелости органов плода.

Известными тератогенами являются:

- алкоголь;
- витамин А (в высоких концентрациях);
- лекарственные препараты (противоопухолевые, противоэпиплетические, гормональные средства и антибиотики);
- литий;
- органическая ртуть;
- пестициды;
- полихлорированные бифенилы;
- соединения тиомочевины;
- спирты (включая растворители косметических средств);
- тяжелые металлы (свинец).

Одним из наиболее известных веществ, обладающим тератогенным эффектом, является талидомид – снотворный препарат, вызвавший в европейских странах массовые нарушения развития конечностей у детей, матери которых применяли его во время беременности. В период с 1956 по 1962 годы родилось по разным подсчетам от 8000 до 12 000 детей с пороками развития («талидомидовая трагедия»), что имело важное значение в формировании системы контроля лекарственных средств.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Абиотические факторы – совокупность прямых или косвенных воздействий неорганической среды на живые организмы.

Адсорбция – повышение концентрации компонента в поверхностном слое вещества (на границе раздела фаз) по сравнению с ее значением в каждой объемной фазе.

Антидот – хелатирующее вещество, уменьшающее токсическое действие чужеродного для организма соединения.

Биоаккумуляция – способность живых организмов накапливать различные элементы даже при очень низком их содержании в среде.

Биогеоценоз – система, включающая сообщество живых организмов и тесно связанную с ним совокупность абиотических факторов среды в пределах одной территории, связанные между собой круговоротом веществ и потоком энергии (природная экосистема).

Биологическая активность – способность вещества изменять функциональные возможности либо компонентов организма, либо живого организма в целом, либо сообщества организмов.

Биосфера – оболочка Земли, заселенная живыми организмами и преобразованная ими.

Биотические факторы – формы воздействия организмов друг на друга, как внутри вида, так и между различными видами.

Биотрансформация – это комплекс физико-химических и биохимических превращений чужеродных средств, в процессе которых образуются метаболиты (водорастворимые вещества), легко выводящиеся из организма.

Биоцид – химическое вещество, предназначенное для борьбы с вредными (в том числе болезнетворными) организмами.

Гематотоксичность – это свойство химических веществ избирательно нарушать функции клеток крови или ее клеточный состав (как в сторону уменьшения, так и увеличения числа форменных элементов).

Гепатотоксичность – это свойство химических веществ вызывать структурно-функциональные нарушения печени.

Дерматотоксичность – это свойство химических веществ вызывать повреждение кожных покровов.

Иммунотоксичность – свойство химических веществ вызывать подавление иммунных реакций, проявление реакций гиперчувствительности или аутоиммунных реакций.

Канцерогенность – это свойство химических веществ самостоятельно или в комплексе с другими факторами вызывать или содействовать развитию злокачественных новообразований.

Коэффициент накопления – отношение содержания вещества в организме к содержанию его в окружающей среде.

Ксенобиотик – чужеродное, ранее не встречавшееся в организме органическое и неорганическое соединение.

Мембранотропность – способность вещества вызывать прямую или косвенную модификацию мембранных структур и наступающие в результате этого изменения свойств биологической мембраны.

Метаболизм, или обмен веществ – набор химических реакций, которые возникают в живом организме для поддержания жизни.

Мониторинг – система сбора, регистрации, хранения и анализа параметров объекта для вынесения суждения о его состоянии.

Мутагенность – способность химических веществ вызывать мутации.

Нейротоксичность – это свойство химических веществ вызывать нарушение структуры и/или функций нервной системы.

Нефротоксичность – это свойство химических веществ вызывать структурно-функциональные нарушения почек.

Облигатные раздражители – вещества, которые при попадании на неповрежденную кожу в течение короткого периода времени (секунд, минут, часов) вызывают химические ожоги.

Опасность – вероятность появления вредных для здоровья эффектов в реальных условиях их производства и применения.

Пестициды – химические средства защиты сельскохозяйственных растений от сорняков, насекомых, грибов.

Поллютанты – различные химические вещества, которые при накоплении в атмосфере в высоких концентрациях могут вызывать ухудшение здоровья человека и животных.

Пульмотоксичность – это свойство химических веществ вызывать структурно-функциональные нарушения со стороны органов дыхания.

Раздражающим называется избирательное действие химических веществ на нервные окончания, разветвляющиеся в покровных тканях, сопровождающееся рядом местных и общих рефлекторных реакций.

Скрининг – проверка большого массива веществ на один или несколько видов биологической активности.

Тератогенность – способность химического вещества вызывать структурные и функциональные дефекты в период развития организма (у зародыша или плода).

Токсичность – мера несовместимости вещества с жизнью, величина, обратная абсолютному значению среднесмертельной дозы или концентрации.

Факультативные раздражители – вещества, которые при попадании на неповрежденную кожу приводят к развитию поражений за длительный промежуток времени и не у всех контактирующих с ними лиц.

Хелаты – комплексные соединения, образуются при взаимодействии ионов металлов с полидентатными (то есть имеющими несколько донорных центров) лигандами.

Экосистема – функциональное единство живых организмов и среды их обитания.

Экскреция – выведение из организма веществ, которые образовались в процессе метаболизма.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Назовите основные факторы, обуславливающие возникновение глобальных экологических кризисов.
2. Назовите основные причины усложнения глобальных экологических проблем.
3. Перечислите виды токсичных веществ в зависимости от цели их применения.
4. На какие группы подразделяют пестициды?
5. Какие газообразные вещества являются основными загрязнителями атмосферы?
6. Назовите основные естественные и антропогенные источники поступления диоксида углерода в атмосферу.
7. В чем заключается опасность воздействия угарного газа на человека?
8. Назовите основные естественные и антропогенные источники поступления оксидов азота в атмосферу.
9. В чем заключается опасность воздействия оксидов азота на живые организмы?
10. Назовите основные естественные и антропогенные источники поступления диоксида серы в атмосферу.
11. В чем заключается опасность воздействия диоксида серы на живые организмы?
12. В чем заключается опасность воздействия фторсодержащих углеводов на живые организмы?
13. В чем заключается опасность воздействия полициклических ароматических углеводов на живые организмы?
14. Раскройте понятие «тяжелые металлы».
15. Каковы основные пути поступления тяжелых металлов в организм человека?
16. Перечислите основные пути поступления в биосферу кадмия.
17. Перечислите основные пути поступления в биосферу меди.
18. Перечислите основные пути поступления в биосферу мышьяка.
19. Перечислите основные пути поступления в биосферу ртути.
20. Перечислите основные пути поступления в биосферу свинца.
21. Перечислите основные пути поступления в биосферу хрома.

22. В чем заключаются негативные воздействия токсических концентраций некоторых тяжелых металлов и мышьяка на здоровье человека?

23. В чем заключается отрицательное воздействие нефти и нефтепродуктов на окружающую среду?

24. Перечислите основные источники загрязнения окружающей среды нефтью.

25. Укажите характер действия и способ проникновения некоторых групп пестицидов.

26. В чем заключается токсическое действие фосфорорганических веществ (пестицидов)?

27. В чем заключается токсическое действие хлорорганических веществ (пестицидов)?

28. На какие группы устойчивости подразделяются пестициды?

29. В чем заключается токсическое действие полихлорированных бифенилов на живые организмы?

30. Назовите основные пути поступления полихлорированных бифенилов в окружающую среду.

31. Какие меры были предприняты для снижения воздействия полихлорированных бифенилов на окружающую среду?

32. В чем заключается негативное воздействие поверхностно-активных веществ на водные экосистемы?

33. Назовите основные сферы применения поверхностно-активных веществ.

34. Назовите негативные последствия применения минеральных удобрений.

35. Раскройте понятие «предельно допустимая концентрация».

36. Что такое кларковые числа?

37. Для чего используют кларковые числа?

38. Дайте определения символам опасности.

39. На какие типы подразделяются символы опасности согласно Российскому законодательству?

40. Что понимают под биологической опасностью?

41. Какими знаками маркируются транспортные средства, перевозящие опасные материалы и вещества?

42. Каковы принципы маркировки химически опасных материалов по стандарту NFPA 704 (США)?

43. Что такое яд?
44. На какие группы подразделяют токсические вещества (яды) в зависимости от источника происхождения и практического применения?
45. На какие группы подразделяют токсические вещества (яды) в зависимости от характера токсического воздействия?
46. На какие группы подразделяют токсические вещества (яды) в зависимости от преимущественного поражения соответствующих органов и тканей человека?
47. Что такое токсичность вещества?
48. Что такое опасность вещества?
49. Дайте определение среднесмертельной дозы.
50. Дайте определение среднесмертельной концентрации.
51. На какие классы опасности по степени воздействия на организм подразделяются вредные вещества?
52. На какие классы опасности по степени воздействия на окружающую природную среду подразделяются вредные вещества?
53. Дайте определение и приведите примеры веществ I класса опасности по степени воздействия на организм?
54. Дайте определение и приведите примеры веществ I класса опасности по степени воздействия на окружающую среду?
55. Дайте определение и приведите примеры веществ II класса опасности по степени воздействия на организм?
56. Дайте определение и приведите примеры веществ II класса опасности по степени воздействия на окружающую среду?
57. Дайте определение и приведите примеры веществ III класса опасности по степени воздействия на организм?
58. Дайте определение и приведите примеры веществ III класса опасности по степени воздействия на окружающую среду?
59. Дайте определение и приведите примеры веществ IV класса опасности по степени воздействия на организм?
60. Дайте определение и приведите примеры веществ IV класса опасности по степени воздействия на окружающую среду?
61. Дайте определение и приведите примеры веществ V класса опасности по степени воздействия на окружающую среду?
62. Дайте определение биологической активности.

63. Какие бывают классификации биологически активных веществ?
64. Какие вещества называют алкалоидами?
65. Какой активностью обладают некоторые алкалоиды? Приведите примеры.
66. Назовите основные группы алкалоидов.
67. Какие вещества называют гликозидами?
68. Какой активностью обладают некоторые гликозиды? Приведите примеры.
69. Какие вещества называют гликоалкалоидами? Приведите примеры.
70. Какие вещества называют дубильными? Приведите примеры.
71. Какие вещества называют кумаринами? Приведите примеры.
72. Какие вещества называют флавоноидами?
73. Какой активностью обладают некоторые флавоноиды? Приведите примеры.
74. Какие животные называются вторично-ядовитыми?
75. На какие группы подразделяются вещества, вырабатываемые животными?
76. Каково химическое строение зоотоксинов?
77. Дайте определение раздражающему действию.
78. Приведите примеры веществ, обладающих раздражающим действием.
79. Что такое дерматотоксичность?
80. На какие группы подразделяются вещества по воздействию на кожу?
81. Приведите примеры веществ, обладающих дерматотоксичным действием.
82. Что такое пульмонотоксичность?
83. Приведите примеры веществ, обладающих пульмонотоксичным действием.
84. Что такое гематотоксичность?
85. Приведите примеры веществ, обладающих гематотоксичным действием.
86. Что такое нейротоксичность?
87. Приведите примеры веществ, обладающих нейротоксичным действием.

88. Что такое гепатотоксичность?
89. Приведите примеры веществ, обладающих гепатотоксичным действием.
90. Что такое нефротоксичность?
91. Приведите примеры веществ, обладающих нефротоксичным действием.
92. Что такое иммунотоксичность?
93. Приведите примеры веществ, обладающих иммунотоксичным действием.
94. Что такое мутагенность?
95. Приведите примеры веществ, обладающих мутагенным действием.
96. Что такое канцерогенность?
97. Приведите примеры веществ, обладающих канцерогенным действием.
98. Какие вещества называют коканцерогенами?
99. На какие классы делятся химических вещества по способности вызывать опухоли?
100. Чем отличаются понятия «канцерогенная активность» («канцерогенность») и «канцерогенная опасность» вещества?
101. Что такое тератогенность?
102. Приведите примеры веществ, обладающих тератогенным действием.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Авцын П.А., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. Москва: Медицина, 1991. 496 с.

Арефьева А.С., Барыгина В.В., Зацепина О.В. Современные представления о влиянии соединений ртути на клеточном и системном уровне (обзор) // Экология человека. 2010. № 8. С. 35–41.

Арустамян О.М., Ткачишин В.С., Алексейчук А.Ю. Влияние соединений кадмия на организм человека // Медицина неотложных состояний. 2016. № 7 (78). С. 109–114.

Борисова В.Ю., Кондакова Н.В., Мозгунова А.А. Анализ воздействия минеральных удобрений на окружающую среду // Новая наука: опыт, традиции, инновации. 2016. № 12-3 (119). С. 128–131.

Биодеградация нефти и нефтепродуктов в почве с использованием мелиорантов на основе активированного торфа / *Т.И. Бурмистрова, Т.П. Алексеева, В.Д. Перфильева* [и др.] // Химия растительного сырья. 2003. № 3. С. 69–72.

Вишневский А. Мировой демографический взрыв и антропогенное давление на климат // Изменения климата и здоровье населения России в XXI веке: сб. матер. междунар. семинара. Москва: АдамантЪ, 2004. С. 34–43.

Влияние хронической свинцовой интоксикации на организм человека / *М.А. Новикова, Б.Г. Пушкарев, Н.П. Судаков* [и др.] // Сибирский медицинский журнал. 2013. № 2. С. 13–16.

Войкова И.В., Конев Ю.Е. Микробиологическая очистка воды и почвы от нефти и нефтепродуктов // Интродукция микроорганизмов в окружающую среду: тез. докл. Москва: МГУ, 1994. С. 12–13.

Вронский В.А. Прикладная экология. Ростов-на-Дону: Феникс, 1996. 512 с.

Гавриленко В.В. Программа дисциплины ГСЭ.В.3 «Геоэкология урбанизированной среды». Санкт-Петербург: РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. 7 с.

Георгиевский В.П., Комиссаренко Н.Ф., Дмитрук С.Е. Биологически активные вещества лекарственных растений. Новосибирск: Наука, 1990. 333 с.

Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Протокол № 2. Полихлорированные бифенилы и трифенилы. Совместное издание Программы ООН по окружающей среде и Всемирной организации здравоохранения. Женева, 1980.

Забродский П.Ф. Иммунотропные свойства ядов и лекарственных средств. Саратов: Издательство Саратовского медицинского университета, 1998. 214 с.

Забродский П.Ф., Мандыч В.Г. Иммунотоксикология ксенобиотиков. Саратов: СВИБХЗ, 2007. 420 с.

Тяжелая нефть как эмульсия: состав, структура и реологические свойства / *Н.М. Задымова, З.Н. Скворцова, В.Ю. Траскин* [и др.] // Коллоидный журнал. 2016. Т. 78, № 6. С. 675–687.

Занавескин Л.Н., Аверьянов В.А. Полихлорбифенилы: проблемы загрязнения окружающей среды и технологические методы обезвреживания // Успехи химии. 1998. № 67(8). С. 788–800.

Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. 151 с.

Карпук В.В. Фармакогнозия. Минск: БГУ, 2011. 340 с.

Касимов Н.С., Власов Д.В. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2015. № 2. С. 7–17.

Кузнецов Г.А. Экология и будущее: анализ философских оснований глобальных прогнозов. Москва: Изд-во МГУ, 1988. 158 с.

Куценко С.А. Военная токсикология, радиобиология и медицинская защита. Санкт-Петербург: Фолиант, 2004. 570 с.

Куценко С.А. Основы токсикологии. Санкт-Петербург: Фолиант, 2004. 720 с.

Медицинская токсикология: национальное руководство / под ред. Е.А. Лужникова. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 928 с.

Минеев В.Г., Лебедева Л.А., Арзамасова А.В. Влияние последствий систем удобрения на барьерные функции растений ячменя на дерново-подзолистой почве, загрязненной свинцом и кадмием // Агрохимия. 2009. № 9. С. 60–68.

Обращение с отходами. Основные положения по ГОСТ Р 52108 // Справочник. Инженерный журнал. 2005. № 4. С. 53–56.

Оценка уровня загрязнения анионными поверхностно-активными веществами экосистем реки Содышка и их влияния на физико-химические и биохимические процессы самоочищения / *С.М. Чеснокова, А.С. Злышко, О.В. Савельев* [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14, № 1(9). С. 2381–2383.

Полиенко И.Н. Источники поступления тяжелых металлов в агроэкосистемы // Проблемы современной аграрной науки: материалы международной заочной научной конференции. Красноярск: КрасГАУ, 2012. С. 5–7.

Природные биологически активные вещества. Прикладная органическая химия / *А.Т. Солдатенков, Ань Ле Туан, Хиеу Чыонг Хонг* [и др.]. Ханой: Знания, 2016. 376 с.

Русев И.Т. Пестицид ДДТ как провоцирующий фактор активизации паразитарной экосистемы туляремии на острове Бирючий // Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2011. Вып. 4. С. 144–156.

Садвакас А.С. Нейросетевой анализ индикаторов оксидативного стресса при канцерогенезе // Естественные и математические науки в современном мире: сб. ст. по матер. XVIII Междунар. науч.-практ. конф. № 5(17). Новосибирск: СибАК, 2014. С. 207–216.

Скуфьин К.В. Экология и охрана природы. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1986. 280 с.

Соломенцев Ю.М. Экологические основы природопользования. – Москва: Высшая школа, 2002. – 253 с.

Тарко А.М. Антропогенные изменения глобальных биосферных процессов: математическое моделирование. Москва: Физматлит, 2005. 231 с.

Теплая Г.А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы) // Астраханский вестник экологического образования. 2013. № 1 (23). С. 182–192.

Ушкалова Е.А., Коровякова Э.А. Лекарственные поражения печени при применении антибактериальных средств // Лечащий врач: медицинский научно-практический журнал. 2012. <https://www.lvrach.ru/2012/02/15435356/> (дата обращения: 03.09.2019).

Хабиров И.К., Габбасова И.М., Хазиев Ф.Х. Устойчивость почвенных процессов. Уфа: БГАУ, 2001. 327 с.

Химический состав нефти шельфа Печорского моря / *С.Р. Деркач, Г.И. Берестова, В.Ю. Новиков* [и др.] // Вестник МГТУ. 2017. Т. 20, № 1/1. С. 38–47.

Чупров В.А., Терентьев Ф.Ф. «Нефтяное загрязнение: проблемы и возможные решения». Совершенствование нормативно-правовой базы, регламентирующей вопросы, связанные с загрязнением окружающей среды нефтью, нефтепродуктами и другими токсическими веществами при добыче и транспортировке нефти и нефтепродуктов: обзор проблем и рекомендации по их решению. ИА «Гринпис-информ», 2014. 20 с.

Шамраев А.В., Шорина Т.С. Влияние нефти и нефтепродуктов на различные компоненты окружающей среды // Вестник ОГУ. 2009. №6 (100). С. 642–645.

Шинетова Л.Е., Бекеева С.А. Современные представления о влиянии различных форм ртути на организм // Вестник КазНМУ. 2017. № 1. С. 370–375.

Шицкова, А.П., Новиков Ю.В. Гармония или трагедия? Научно-технический прогресс, природа и человек. Москва: Наука, 1989. 270 с.

Экология городской среды / *Е.Е. Григорьева, А.А.Челноков, К.Ф. Саевич* [и др.]. Минск: Вышэйшая школа, 2015. 480 с.

Юрин В.М. Основы ксенобиологии. Минск: БГУ, 2001. 234 с.

Bell L.N., Chalasani N. Epidemiology of idiosyncratic drug-induced liver injury // *Semin Liver Dis.* 2009. Vol. 29(4): 337–347.

Biour M., Jaillon P. Drug-induced hepatic diseases // *Pathol. Biol.* 1999. Vol. 47. P. 928–937.

Boden T.A., Marland G., Andres R.J. Global, regional, and national fossil-fuel CO₂ emissions. Carbon dioxide information analysis center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. 2017.

Clarke F.W., Washington H.S. The Composition of the Earth's Crust. USGS Professional Paper 127. USGS, Washington, DC, 1924. 117 p.

Petty G.W. A First Course in Atmospheric Radiation, Madison: Sundog Publishing, 2004. 472 p.

Antibiotic-induced liver toxicity: mechanisms, clinical features and causality assessment / *M. Robles, E. Toscano, J. Cotta* [et al.] // *Curr. Drug. Saf.* 2010. Vol. 5(3). P. 212–222.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

ЦЕЛИ В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Представленный ниже материал отражает современный этап развития действий международного сообщества в области устойчивого развития. Мы предлагаем Вам ознакомиться с данными материалами, а при необходимости – обратиться и к другим источникам, представленным на сайте ООН по адресу: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/>.

1 января 2016 года официально вступили в силу 17 целей в области устойчивого развития (ЦУР), изложенные в Повестке дня в области устойчивого развития на период до 2030 года, которая была принята мировыми лидерами в сентябре 2015 года на историческом саммите Организации Объединенных Наций. В течение предстоящих 15 лет, за которые должны быть достигнуты эти универсально применимые новые цели, страны активизируют усилия, направленные на искоренение нищеты во всех ее формах, борьбу с неравенством и решение проблем, связанных с изменением климата, и обеспечения того, чтобы никто не был забыт.

В основе ЦУР лежат достижения Целей развития тысячелетия (ЦРТ), и направлены ЦУР на продолжение усилий, призванных положить конец нищете во всех ее формах. Уникальность новых целей состоит в том, что они призывают все страны – бедные, богатые и со средним уровнем дохода – содействовать процветанию при одновременном обеспечении защиты планеты. В них признается, что ликвидация нищеты должна быть неразрывно связана с реализацией стратегий, содействующих экономическому росту, и направленных на удовлетворение ряда социальных потребностей, в том числе в области образования, здравоохранения, социальной защиты и обеспечения возможности трудоустройства, при одновременном решении проблем, обусловленных изменением климата, и обеспечении охраны окружающей среды.

Хотя ЦУР не имеют юридически обязательной силы, предполагается, что правительства возьмут на себя ответственность и создадут национальные механизмы, содействующие достижению 17 целей. Страны несут основную ответственность за проведение последующей деятельности и обзора прогресса в реализации целей, для этого необходимо обеспечить сбор качественных, доступных и актуальных данных. Региональная последующая деятельность и обзор будут опираться на проведенный на национальном уровне анализ и содействовать последующей деятельности и обзору на глобальном уровне.

1. В чём суть 17 ЦУР?

Цель 1. Повсеместная ликвидация нищеты во всех ее формах.

Цель 2. Ликвидация голода, обеспечение продовольственной безопасности и улучшение питания и содействие устойчивому развитию сельского хозяйства.

Цель 3. Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте.

Цель 4. Обеспечение всеохватного и справедливого качественного образования и поощрение возможности обучения на протяжении всей жизни для всех.

Цель 5. Обеспечение гендерного равенства и расширение прав и возможностей всех женщин и девочек.

Цель 6. Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех.

Цель 7. Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех.

Цель 8. Содействие поступательному, всеохватному и устойчивому экономическому росту, полной и производительной занятости и достойной работе для всех.

Цель 9. Создание стойкой инфраструктуры, содействие всеохватной и устойчивой индустриализации и инновациям.

Цель 10. Сокращение неравенства внутри стран и между ними.

Цель 11. Обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и экологической устойчивости городов и населенных пунктов.

Цель 12. Обеспечение перехода к рациональным моделям потребления и производства.

Цель 13. Принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями.

Цель 14. Сохранение и рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития.

Цель 15. Защита и восстановление экосистем суши и содействие их рациональному использованию, рациональное лесопользование, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение процесса утраты биоразнообразия.

Цель 16. Содействие построению миролюбивого и открытого общества в интересах устойчивого развития, обеспечение доступа к правосудию для всех и создание эффективных, подотчетных и основанных на широком участии учреждений на всех уровнях.

Цель 17. Укрепление средств осуществления и активизация работы в рамках Глобального партнерства в интересах устойчивого развития.

2. Что такое устойчивое развитие?

- Устойчивое развитие определяется как развитие, отвечающее потребностям нынешнего поколения без ущерба для возможностей будущих поколений удовлетворять их собственные потребности.

- Устойчивое развитие предусматривает согласованные усилия по созданию инклюзивного, устойчивого и жизнеспособного будущего для людей и планеты.

- Для достижения устойчивого развития крайне важно согласовать три основных элемента – экономический рост, социальную интеграцию и охрану окружающей среды. Эти элементы взаимосвязаны и крайне важны для благополучия отдельных лиц и общества в целом.

- Искоренение нищеты во всех ее формах и проявлениях является одним из необходимых условий устойчивого развития. Для этого необходимо обеспечить поступательное, всеохватное и справедливое экономическое развитие, создание более широких возможностей для всех, уменьшение неравенства, повышение основных показателей уровня жизни, поощрение справедливого социального развития и интеграции и пропаганду комплексных и устойчивых методов управления природными ресурсами и экосистемами.

3. Что такое цели в области устойчивого развития?

- В сентябре 2015 года в ходе встречи на высшем уровне по устойчивому развитию, состоявшейся в Центральном учреждениях Организации Объединенных Наций в Нью-Йорке, 193 государства – члены Организации Объединенных Наций официально приняли новую программу в области устойчивого развития, озаглавленную «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года». Данная повестка дня включает 17 целей и 169 задач.

- Повестку дня в области устойчивого развития на период до 2030 года можно найти здесь: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/92/PDF/N1529192.pdf?OpenElement>.

- Данная повестка дня носит универсальный, всеобъемлющий и преобразовательный характер. Она призвана стимулировать действия, которые искоренят нищету и обеспечат построение более устойчивого мира в течение предстоящих 15 лет. Данная повестка дня опирается на достижения ЦРТ, принятых в 2000 году и определивших деятельность в области развития в течение прошедших 15 лет. ЦРТ служат доказательством того, что глобальные цели могут помочь миллионам людей вырваться из тисков нищеты.

- Новые цели являются частью широкомасштабной и смелой повестки дня в области развития, центральное место в которой занимают три взаимосвязанных элемента устойчивого развития – экономический рост, социальная интеграция и охрана окружающей среды.

- ЦУР и связанные с ними задачи являются глобальными по своему характеру и универсально применимыми и при этом обеспечивают учет различных национальных условий потенциала в уровнях развития и уважение национальных стратегий и приоритетов. Поскольку они взаимосвязаны, усилия по их достижению должны носить комплексный характер.

- ЦУР представляют собой результат трехлетнего транспарентного, основанного на участии процесса, учитывающего мнения всех заинтересованных сторон и людей. Они свидетельствуют о беспрецедентном согласии между 193 государствами-членами в отношении приоритетов устойчивого развития и получили поддержку гражданского общества, представителей деловых кругов, парламентариев и

других субъектов во всем мире. Решение о начале процесса разработки комплекта ЦУР было принято государствами – членами Организации Объединенных Наций на Конференции Организации Объединенных Наций по устойчивому развитию (Рио+20), которая проводилась в Рио-де-Жанейро в июне 2012 года.

4. Имеют ли Цели в области устойчивого развития юридически обязательную силу?

- Нет. Цели в области устойчивого развития не являются юридически обязательными.
- Тем не менее ожидается, что страны возьмут на себя ответственность и создадут свои национальные механизмы, содействующие достижению 17 целей.
- Успех деятельности по осуществлению будет зависеть от разработанных странами стратегий, планов и программ в области устойчивого развития.
- Страны несут основную ответственность за проведение на национальном, глобальном и региональном уровнях последующей деятельности и обзора прогресса в реализации этих целей и задач на протяжении предстоящих 15 лет.
- Для мероприятий по отслеживанию прогресса на национальном уровне необходимо обеспечить сбор качественных, доступных и актуальных данных, а также проведение последующей деятельности и обзора на региональном уровне.

5. Какие элементы лежат в основе ЦУР?

- Цели и задачи будут стимулировать в ближайшие 15 лет деятельность в чрезвычайно важных областях: люди, планета, процветание, мир и партнерство.
- Люди: положить конец нищете и голоду во всех их формах и проявлениях и обеспечить, чтобы все люди могли реализовать свой потенциал в условиях достоинства и равенства и в здоровой окружающей среде.
- Планета: уберечь от деградации планету, в том числе посредством внедрения рациональных моделей потребления и производства, рационального использования ее природных ресурсов и принятия неотложных мер в связи с изменением климата, с тем чтобы планета могла обеспечивать удовлетворение потребностей нынешнего и будущих поколений.

- Прозцветание: обеспечить, чтобы все люди могли жить в условиях процветания и благополучия и чтобы экономический, социальный и технический прогресс продолжался в гармонии с природой.

- Мир: способствовать построению миролюбивого, справедливого и свободного от социальных барьеров общества, в котором нет места страху и насилию. Не может быть устойчивого развития без мира и мира без устойчивого развития.

- Партнерство: мобилизовать средства, необходимые для осуществления настоящей Повестки дня в рамках обновленного Глобального партнерства в интересах устойчивого развития, основанного на духе окрепшей глобальной солидарности, ориентированного в первую очередь на удовлетворение потребностей беднейших и наиболее уязвимых групп населения и предполагающего участие всех стран, всех заинтересованных сторон и всех людей.

6. Гражданское общество участвовало в процессе переговоров по новой повестке дня в области устойчивого развития. Каким образом можно оценить его вклад в итоговый документ?

- В процессе переговоров по ЦУР участвовало беспрецедентное количество организаций гражданского общества и других заинтересованных сторон, таких как частный сектор и мэры.

- В ходе переговоров организации гражданского общества и другие заинтересованные стороны имели возможность непосредственно общаться с представителями правительств.

- С начала процесса многие молодые люди также участвовали через социальные цели, о чем свидетельствовал проводившийся под эгидой Организации Объединенных Наций глобальный опрос населения «Мой мир», в котором приняли участие 7 млн. человек, из которых 75 процентов составляли лица в возрасте до 30 лет.

7. Как будут осуществляться ЦУР?

- В Аддис-Абебской программе действий, принятой на третьей Международной конференции по финансированию развития, содержатся конкретные стратегии и меры по оказанию поддержки осуществлению новой повестки дня.

- Страны будут руководить деятельностью по осуществлению, успех которой будет зависеть от разработанных самими странами стратегий, планов и программ в области устойчивого развития. ЦУР

будут служить ориентиром для стран при согласовании своих планов со своими глобальными обязательствами.

- Стратегии устойчивого развития, осуществляемые на основе принципа национальной ответственности и под руководством стран, должны быть подкреплены стратегиями мобилизации ресурсов и финансирования.

- Ожидается, что все заинтересованные стороны – правительства, гражданское общество, частный сектор и другие субъекты – будут вносить вклад в реализацию новой повестки дня.

- В Повестке дня на период до 2030 года признается необходимость активизации деятельности глобального партнерства на международном уровне для оказания поддержки национальным усилиям.

- Партнерства с участием многих заинтересованных сторон признаны важным элементом стратегий, направленные на то, чтобы мобилизовать усилия всех заинтересованных сторон для осуществления новой повестки дня.

8. Каким образом будет осуществляться мониторинг процесса реализации ЦУР?

- На глобальном уровне для осуществления мониторинга и обзора процесса реализаций 17 ЦУР и 169 задач новой повестки дня будет использоваться набор глобальных показателей. Система глобальных показателей, разработка которой поручена Межучрежденческой и экспертной группе по показателям достижения Целей в области устойчивого развития (МУЭГ-ЦУР), будет согласована Статистической комиссией Организации Объединенных Наций к марту 2016 года. Затем эти показатели будут утверждены Экономическим и Социальным Советом и Генеральной Ассамблей.

- Правительства также разработают национальные показатели с целью содействия осуществлению мониторинга прогресса в реализации целей и задач.

- Руководители статистических служб государств-членов проводят работу по идентификации задач, с тем чтобы определить два показателя для каждой задачи. Для всех задач будет разработано примерно 300 показателей. Однако в случаях, когда задачи охватывают общие вопросы, количество показателей может быть сокращено.

- Процесс последующей деятельности и обзора будет опираться на данные, содержащиеся в ежегодном докладе о ходе достижения ЦУР, который должен готовиться Генеральным секретарем.

- Ежегодные совещания Политического форума высокого уровня по устойчивому развитию будут играть центральную роль в обзоре прогресса в реализации ЦУР на глобальном уровне. Мониторинг и обзор средств осуществления ЦУР будут проводиться в соответствии с Аддис-Абебской программой действий – итоговым документом Международной конференции по финансированию развития, – с тем чтобы обеспечить эффективную мобилизацию финансовых ресурсов для оказания поддержки осуществлению новой повестки дня в области устойчивого развития.

9. Во сколько обойдется осуществление этой новой повестки дня в области устойчивого развития?

- Средства осуществления, в том числе для мобилизации финансовых ресурсов для осуществления повестки дня в области устойчивого развития, являются одним из основных элементов новой повестки дня.

- Успешное выполнение ЦУР потребует значительных капиталовложений со стороны как развитых, так и развивающихся стран. Для осуществления настоящей повестки дня потребуется мобилизовать значительные ресурсы, исчисляемые триллионами долларов.

- Однако такие ресурсы существуют. В мире есть более чем достаточные резервы для финансирования новой повестки дня. Решающее значение для осуществления целей будут иметь вопросы о том, как направить инвестиции, чтобы они обеспечивали поддержку устойчивого развития.

- Необходимо мобилизовать ресурсы как из внутренних, так и из международных источников, а также ресурсы государственного и частного секторов.

- Необходимо и далее осуществлять деятельность в рамках официальной помощи в целях развития, с тем чтобы помочь наиболее нуждающимся странам, включая наименее развитые страны, добиться устойчивого развития.

10. Как взаимосвязано изменение климата с устойчивым развитием?

- Изменение климата уже оказывает воздействие на здоровье населения, безопасность продовольствия и воды, миграцию, мир и безопасность. Игнорирование изменения климата сведет на нет достижения в области развития за прошедшие десятилетия и не позволит добиться успехов в будущем.

- Инвестиции на цели устойчивого развития помогут решить проблему изменения климата посредством сокращения выбросов парниковых газов и обеспечения устойчивости к изменению климата.

- С другой стороны, меры в отношении смягчения последствий изменения климата будут стимулировать устойчивое развитие.

- Решение проблем, обусловленных изменением климата и стимулирование устойчивого развития – это два взаимодополняющих направления работы, поскольку устойчивое развитие невозможно обеспечить, не осуществляя мер по смягчению последствий изменения климата. В свою очередь, многие ЦУР предусматривают принятие мер по устранению основных факторов изменения климата.

11. Чем отличаются ЦУР от ЦРТ?

- Семнадцать ЦУР и 169 связанных с ними задач имеют более широкую сферу охвата, чем ЦРТ, и продолжают их, поскольку они направлены на устранение коренных причин нищеты и удовлетворение всеобщей потребности в развитии в интересах всех людей. Цели охватывают три аспекта устойчивого развития – экономический рост, социальную интеграцию и охрану окружающей среды.

- Опираясь на успех ЦРТ и учитывая приданную ими динамику, новые глобальные цели имеют более широкий диапазон и предусматривают решение вопросов неравенства, экономического роста, достойных рабочих мест, городов и населенных пунктов, индустриализации, океанов, экосистем, энергетики, изменения климата, устойчивого потребления и производства, мира и безопасности.

- Новые цели носят всеобщий характер и применимы ко всем странам, тогда как ЦРТ предусматривали деятельность лишь в развивающихся странах.

- Главная особенность ЦУР состоит в том, что они в максимальной степени сосредоточены на средствах осуществления, а

именно на вопросах мобилизации финансовых ресурсов, наращивания потенциала и технологий, а также данных и учреждений.

- Новые цели признают важность смягчения последствий изменения климата для устойчивого развития и искоренения нищеты. Цель 13 направлена на содействие принятию срочных мер по предотвращению изменения климата и смягчению его последствий.

12. Какие пробелы в достижении ЦРТ по-прежнему имеют место?

- Около 800 млн. человек все еще живут в условиях крайней нищеты и 795 млн. человек по-прежнему страдают от голода.

- Хотя в 2000–2015 годы число детей, не посещающих школу, сократилось почти вдвое, 57 млн. детей по-прежнему отказано в праве на получение начального образования.

- Сохраняется гендерное неравенство, несмотря на прогресс во многих сферах, включая более широкое представительство женщин в парламентах и увеличение числа девочек, посещающих школу. Женщины по-прежнему сталкиваются с дискриминацией при приеме на работу и в доступе к экономическим активам и участию в принятии решений в частном и государственном секторах.

- В области экономики по-прежнему существует разрыв между беднейшими и самыми зажиточными домохозяйствами, сельскими и городскими районами. Для детей, принадлежащих к 20 процентам беднейших домохозяйств, вероятность отставания в росте более чем в два раза выше, чем для тех, кто принадлежит к 20 процентам самых зажиточных домохозяйств, и почти в четыре раза выше вероятность непосещения школы. Санитарные удобства улучшенного качества доступны лишь для половины сельского населения, тогда как в городских районах они доступны для 82 процентов жителей.

- Хотя смертность среди детей в возрасте младше пяти лет сократилась на 53 процента в 1990–2015 годы, наибольшее количество случаев смерти среди детей по-прежнему приходится на беднейшие районы и на первый месяц жизни.

25 сентября 2015 государства – члены ООН приняли Повестку дня в области устойчивого развития до 2030 года. Она содержит ряд целей, направленных на ликвидацию нищеты, сохранение ресурсов планеты и обеспечение благополучия для всех. Каждая из 17 Целей содержит ряд показателей, которые должны быть достигнуты в течение 15 лет.

РУКОВОДСТВО ПО СПАСЕНИЮ МИРА ДЛЯ ЛЕНТЯЕВ

Представленное ниже «Руководство», размещенное на сайте ООН, в полушутливой форме привлекает внимание к достаточно серьезным проблемам, которые мы решаем в повседневной жизни. Обратите на него внимание и обсудите с друзьями!

Текст приводится по источнику: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/takeaction/>.

Искоренить крайнюю нищету. Победить неравенство и несправедливость. Остановить изменение климата. Глобальные цели – это важные, меняющие мир вехи, для достижения которых необходимы совместные усилия правительств, международных организаций и мировых лидеров. Кажется невероятным, что обычный человек может как-то повлиять на этот процесс. Так что же, просто опустить руки?

Ни в коем случае! Перемены начинаются с Вас. Seriously. Каждый человек на Земле, даже самый безразличный и ленивый, – часть решения. К счастью, есть ряд простых действий, которые могут нам помочь: если все мы сделаем их частью своей повседневной жизни, в мире произойдут большие изменения.

Мы облегчили вам жизнь и собрали список, в который вошла лишь малая часть того, что вы можете сделать, чтобы внести свой вклад.

Первый уровень: звезда дивана.

Вещи, которые можно сделать, даже не вставая с дивана.

- Экономьте электричество, подключив бытовую технику (в том числе и компьютер) к удлинителю и выключая его полностью, когда техника не используется.

- Перестаньте пользоваться бумажными квитанциями: оплачивайте счета через интернет или мобильный телефон. Нет бумаги – нет нужды уничтожать леса.

- Нажимайте не только «Мне нравится», но и «Поделиться». Если вы увидели в социальных сетях интересное сообщение о правах женщин или изменении климата, поделитесь им, чтобы ваши знакомые тоже его увидели.

- Не молчите! Призывайте местные и национальные власти участвовать в инициативах, не наносящих вреда человеку или планете. В преддверии парижской Конференции по изменению климата вы можете подписать эту петицию, призывающую лидеров достичь соглашения о снижении выбросов углерода.

- Не печатайте. Увидели в интернете что-то, что хотите запомнить? Сделайте пометку в блокноте, а лучше – цифровую заметку, и сберегите бумагу.

- Выключайте свет. Экран телевизора или компьютера уютно светится, поэтому выключайте прочее освещение, если оно вам не нужно.

- Проведите небольшое интернет-исследование и покупайте только у тех компаний, про которые вы знаете, что они используют экологически ответственные методы и не наносят вреда окружающей среде.

- Сообщайте об интернет-грубиянах. Если вы увидели оскорбления на форуме или в чате, воспользуйтесь соответствующей функцией и сообщите об обидчике.

- Будьте в курсе. Следите за местными новостями и не упускайте из виду глобальные цели, читая информацию на сайте или в социальных сетях: @GlobalGoalsUN.

- Расскажите в социальных сетях о своих действиях по достижению глобальных целей, используя хэштег #globalgoals.

Второй уровень: герой квартиры.

Вещи, которые можно сделать у себя дома.

- Сушите на воздухе. Пусть ваши волосы и одежда сохнут естественным путем, без использования техники. При стирке убедитесь, что бак машины заполнен целиком.

- Принимайте недолгий душ. Принимая ванну, вы расходуете на много литров больше воды, чем при 5–10-минутном душе.

- Ешьте меньше мяса, птицы и рыбы. На производство животной пищи уходит больше ресурсов, чем на выращивание растительной.

- Если вы не можете съесть свежие продукты и остатки до того, как они испортятся, замораживайте их. Кроме того, если вы знаете, что на следующий день уже не захотите доедать купленные на вынос

или с доставкой блюда, с ними можно поступить так же. Это экономит и еду, и деньги.

- Переработка бумаги, пластика, стекла и алюминия предотвращает разрастание свалок.
- Компостируйте. Переработка отходов в компост снижает воздействие на климат; кроме того, это позволяет вторично использовать содержащиеся в них питательные вещества.
 - Покупайте товары в минимальной упаковке.
 - Старайтесь не нагревать духовку заранее. Если только вам не нужна конкретная температура для выпечки, включайте духовку в тот момент, когда кладете в нее еду.
 - Герметизируйте окна и двери, чтобы повысить энергоэффективность.
 - Настройте термостат: зимой нужна более низкая температура, чем летом.
 - Замените старую технику и лампочки на энергоэффективные.
 - При возможности установите солнечные батареи. Это также сократит ваши расходы на электричество!
 - Купите ковер. Ковры и половики согреют ваш дом и позволят выставить на термостате более низкую температуру.
 - Не споласкивайте. Если вы пользуетесь посудомоечной машиной, не ополаскивайте посуду перед тем, как поставить ее в машину.
 - Выбирайте правильные подгузники. Одевайте своего ребенка в тканевые подгузники или биоразлагаемые подгузники новых, экологически ответственных марок.
 - Убирайте снег вручную. Вы избавитесь от шума и выхлопов снегоочистителя и заодно сделаете зарядку.
 - Пользуйтесь картонными спичками. В отличие от пластмассовых зажигалок им не нужен бензин.

Третий уровень: душа квартала.

Вещи, которые можно сделать за порогом дома.

- Покупайте по соседству. Поддержка местного бизнеса обеспечивает занятость и помогает сократить пробег грузовых автомобилей.

- Покупайте с умом. Планируйте готовку, используйте списки и избегайте спонтанных покупок. Не поддавайтесь на маркетинговые уловки, заставляющие покупать больше продуктов (особенно скоропортящихся), чем вам нужно. Может быть, они стоят дешевле в пересчете на вес, но в конечном итоге окажутся дороже, когда большая их часть окажется в мусорном ведре.

- Покупайте «забавные» овощи. Много овощей и фруктов выбрасывается из-за «неправильного» размера, формы или цвета. Купив на рынке или где-нибудь еще такие абсолютно качественные «забавные» овощи, вы используете еду, которая иначе может быть выброшена.

- Заказывая в ресторане морепродукты, всегда спрашивайте: «Вы подаете морепродукты, выращенные с использованием рациональных методов?». Пусть ваши любимые компании знают, что вы покупаете безопасные для океанов морепродукты.

- Покупайте только морепродукты, выращенные с использованием рациональных методов. Есть множество приложений, например это, которые подскажут вам, какие продукты безопасны.

- Ходите пешком, ездите на велосипеде или общественном транспорте. Поездки на машине оставьте для больших компаний.

- Используйте многоразовую бутылку для воды и чашку для кофе. Вы будете производить меньше мусора и даже, может быть, сэкономите в кофейне.

- Ходите за покупками со своей сумкой. Откажитесь от пластиковых пакетов и начните носить с собой многоразовые сумки.

- Берите меньше салфеток. Вам не нужна целая охапка салфеток, чтобы съесть взятое на вынос блюдо. Берите ровно столько, сколько вам нужно.

- Покупайте подержанные вещи. Новое не обязательно значит лучшее. Подумайте, какое новое применение можно найти вещам из секонд-хендов.

- Заботьтесь о своем автомобиле. Отлаженный автомобиль выбрасывает меньше токсичных газов.

- Отдавайте то, что вам не нужно. Местные благотворительные организации дадут вторую жизнь одежде, книгам и мебели, которыми вы пользовались аккуратно.

- Вы и ваши дети должны быть привиты. Защищая свою семью от болезней, вы способствуете укреплению общественного здоровья.
- Используйте свое право выбирать руководителей своей страны и местной общины.

Вот лишь некоторые из вещей, которые вы можете сделать. На сайте <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/takeaction/> Вы узнаете больше о самых важных для себя целях и других способах активного участия в их достижении.

Учебное издание

*Цуриков Андрей Геннадьевич,
Кавеленова Людмила Михайловна,
Корчиков Евгений Сергеевич*

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ.
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

Учебное пособие

Редактор А. В. Ярославцева
Компьютерная верстка А. В. Ярославцевой

Подписано в печать 09.06.2021. Формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная. Печ. л. 6,5.

Тираж 25 экз. Заказ . Арт. – 16(Р1У)/2021.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА»
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
443086, САМАРА, МОСКОВСКОЕ ШОССЕ, 34.

Издательство Самарского университета.
443086, Самара, Московское шоссе, 34.