

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГАУ

Инженерно-технологический институт

Кафедра безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии

**Адылин И.П.**

# **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

учебное пособие

БРЯНСК  
2022

УДК 504 (07)  
ББК 20.18  
А 32

Адылин, И. П. Экологическая безопасность в сельскохозяйственном производстве: учебное пособие / И. П. Адылин. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2022. – 80 с.

Учебное пособие предназначено для студентов очной и заочной формы обучения направления 20.03.01 Техносферная безопасность, изучающих дисциплину «Экологическая безопасность».

Рецензент: профессор кафедры технических систем в агробизнесе, природообустройстве и дорожном строительстве ФГБОУ ВО Брянский ГАУ д.т.н., профессор Лапик В.П.

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института Брянского ГАУ, протокол № 6 от 30 марта 2022 г.

© Брянский ГАУ, 2022  
© Адылин И.П., 2022

## Содержание

1	Система государственного управления в области охраны окружающей среды. Государственный экологический контроль действующих предприятий .	4
1.1	Основы государственной экологической политики Российской Федерации .....	4
1.2	Российское законодательство в области экологической безопасности и охраны окружающей среды.....	10
2	Загрязнение окружающей среды .....	15
2.1	Компоненты окружающей среды.....	15
2.2	Классификация загрязнений окружающей природной среды .....	17
2.3	Антропогенные воздействия на окружающую среду .....	19
	Источники загрязнения гидросферы .....	20
	Источники загрязнения воздуха.....	25
	Источники загрязнения литосферы .....	32
2.4	Антропогенное воздействие на агроферу .....	34
3	Пути экологизации производства .....	58
	Глоссарий .....	69
	Список литературы.....	78

# **1 Система государственного управления в области охраны окружающей среды. Государственный экологический контроль действующих предприятий**

## **1.1 Основы государственной экологической политики Российской Федерации**

Глобальные экологические проблемы, связанные с изменением климата, потерей биологического разнообразия, опустыниванием и другими негативными для окружающей среды процессами, возрастанием экологического ущерба от стихийных бедствий и техногенных катастроф, загрязнением атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, а также морской среды, затрагивают интересы Российской Федерации и её граждан.

Экологическая ситуация в Российской Федерации характеризуется высоким уровнем антропогенного воздействия на природную среду и значительными экологическими последствиями прошлой экономической деятельности.

В 40 субъектах Российской Федерации более 54 процентов городского населения находится под воздействием высокого и очень высокого загрязнения атмосферного воздуха. Объём сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водные объекты без очистки или недостаточно очищенных, остается высоким. Практически во всех регионах сохраняется тенденция к ухудшению состояния почв и земель. Интенсивно развиваются процессы, ведущие к потере плодородия сельскохозяйственных угодий и к выводу их из хозяйственного оборота. Опустыниванием в той или иной мере охвачены 27 субъектов Российской Федерации на площади более 100 млн. гектаров. Количество отходов, которые не вовлекаются во вторичный хозяйственный оборот, а направляются на размещение, возрастает. При этом условия хранения и захоронения отходов не соответствуют требованиям экологической безопасности [1].

В связи с этим были определены следующие основные задачи государственной политики в области экологического развития:

- а) формирование эффективной системы управления в области охраны

окружающей среды и обеспечения экологической безопасности, предусматривающей взаимодействие и координацию деятельности органов государственной власти;

б) совершенствование нормативно-правового обеспечения охраны окружающей среды и экологической безопасности;

в) обеспечение экологически ориентированного роста экономики и внедрения экологически эффективных инновационных технологий;

г) предотвращение и снижение текущего негативного воздействия на окружающую среду;

д) восстановление нарушенных естественных экологических систем;

е) обеспечение экологически безопасного обращения с отходами;

ж) сохранение природной среды, в том числе естественных экологических систем, объектов животного и растительного мира;

з) развитие экономического регулирования и рыночных инструментов охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности;

и) совершенствование системы государственного экологического мониторинга (мониторинга окружающей среды) и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также изменений климата;

к) научное и информационно-аналитическое обеспечение охраны окружающей среды и экологической безопасности;

л) формирование экологической культуры, развитие экологического образования и воспитания;

м) обеспечение эффективного участия граждан, общественных объединений, некоммерческих организаций и бизнес-сообщества в решении вопросов, связанных с охраной окружающей среды и обеспечением экологической безопасности;

н) развитие международного сотрудничества в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

Какие же глобальные экологические проблемы имеются в виду?

### ***А. Изменения климата***

Проблема глобальных климатических изменений связывается с ожидаемым потеплением, которое вызывается техногенными выбросами парниковых газов, в первую очередь  $\text{CO}_2$ . Молекула  $\text{CO}_2$  обладает способностью задерживать тепловое излучение земной поверхности, нагретой Солнцем. Парниковые газы выполняют как бы функцию крыши в теплице, которая не мешает теплу проникнуть внутрь, но не выпускает его наружу. Предполагается, что накопление  $\text{CO}_2$  в атмосфере приведет к потеплению, которое будет сопровождаться таянием полярных льдов, подъемом уровня Мирового океана, затоплением густонаселенных приморских низменностей и островных государств, опустынивание, сокращение летних осадков на 15 - 20% в основных сельскохозяйственных районах.

По имеющимся данным, с конца 19-го века парниковый эффект уже дал потепление на 0,50 град. С. К 2035 г. ожидается удвоение содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере. Соответственно, глобальное потепление составит от 1,5 до 4,50 град. С. К этому времени ожидается подъем уровня моря от 8 до 29 см и до 65 см к 2100 г.

На национальном уровне 15 стран ответственны за 77% выбросов парниковых газов. Среди них на первом месте - США (17%). Государства СНГ - суммарно 13%.

Одновременно ученые утверждают, что роль парникового эффекта в климатических процессах последних десятилетий не бесспорна. На Земле и раньше наблюдался рост температуры, и он был спонтанным, неравномерным, то есть, по сути, хаотическим. Состояние глобального климата зависит от многих факторов - от общего количества тепла, получаемого атмосферой, и его распределения по поверхности планеты, светимости Солнца, эксцентриситетом земной орбиты, выделением тепла недр, альбедо земной поверхности и атмосферы, парниковым эффектом.

### ***Б. Сокращение озонового слоя***

Систематическое слежение за состоянием озонового слоя с помощью

спутниковой аппаратуры проводится с 1978 г. Всемирная метеорологическая организация наблюдает за озоновым слоем над Антарктидой уже 40 лет. По ее данным, в 1996 г. гигантская дыра в озоновом слое атмосферы Земли над Антарктидой уже более чем вдвое превышала размеры Европы и грозила перекрыть рекорд 1995 г., когда зияла "брешь" площадью 22 млн. кв. км (равная территории бывшего СССР). Это обстоятельство вызывает тревогу ученых.

Ученые приходят к выводу, что график выполнения международных соглашений по борьбе с озоноразрушающими веществами - Венской конвенции 1985 г. и Монреальского протокола 1987 г. - следует пересмотреть в сторону ускорения. Содержание в атмосфере главных "убийц" озона - хлорфторуглеродов, или фреонов (они в основном используются в аэрозольных разбрызгивателях, холодильных установках, воздушных кондиционерах, производстве некоторых растворителей) стремительно нарастает, а ведь их активная жизнь в верхних слоях атмосферы насчитывает от 60 до 100 лет.

Согласно международным соглашениям, промышленно развитые страны полностью прекращают в 1996 г. производство фреонов, а также галонов и тетрахлорида углерода, которые тоже разрушают озон, а развивающиеся страны - к 2010 году. Россия из-за тяжелого финансово-экономического положения попросила отсрочки на три-четыре года.

### ***В. Кислотные дожди***

Проблема кислотных дождей дала о себе знать в Западной Европе и Северной Америке в конце 50-х годов. В последнее десятилетие она стала глобальной в связи с возросшими объемами выбросов окислов серы и азота, аммиака и летучих органических соединений. Основным источником выбросов окислов серы являются теплоэлектростанции и другие стационарные источники при сжигании ископаемого топлива (88%). Топливо-энергетический комплекс дает также 85% выбросов окислов азота. Загрязнение окружающей среды окислами азота происходит от животноводческих предприятий, при применении удобрений.

Экономические потери, связанные с кислотными дождями, разнообразны.

Так, сотни озер в Скандинавии и на Британских островах прежде всего из-за подкисления водоемов стали безрыбными. Почвенное подкисление является одной из основных причин усыхания лесов умеренной зоны северного полушария: ущерб для европейских лесов оценивается в 118 млн. куб. м древесины в год (из них около 35 млн. куб. м на европейской территории России). Годовой ущерб лесному хозяйству европейских стран оценивается по меньшей мере в 30 млрд. долл. — это в три раза превышает годовые расходы стран Европы на охрану окружающей среды.

### ***Г. Опустынивание***

В семиаридных регионах (аридность - сухость климата, приводящая к недостатку влаги для жизни организмов) проживает более 1 млрд. человек. Опустыниванию способствуют как естественные процессы, так и антропогенные воздействия на природу. Ожидается, что в результате парникового потепления площадь пустынь увеличится на 17%. Факторы, способствующие развитию опустынивания, касаются внедрения водоемких культур, например риса, значительного расхода воды на орошение, приводящего в условиях жаркого сухого климата к быстрому засолению почвы, концентрации скотоводческого хозяйства вблизи артезианских скважин, использование современных транспортных средств.

Как часть общего процесса опустынивания может рассматриваться пересыхание Аральского моря. С начала 60-х годов его площадь сократилась почти вдвое. При этом соленость его возросла в три раза.

### ***Д. Сохранение биологического разнообразия***

Человек не обладает данными о численности существующих в природе видов живых существ. Каждый из них занимает определенное место в структуре биосферы. Хотя мы не можем точно определить функциональное назначение каждого вида в любой из многочисленных экологических систем, биологическое разнообразие необходимо для сохранения функциональной структуры биосферы и составляющих ее экосистем.

Видовое богатство природы зависит от многих факторов, как естествен-



ных, так и антропогенных. Живая природа скудеет в силу естественных процессов. Пример этому - исчезновение мамонтов, других гигантских животных. В то же время биоразнообразие может рассматриваться как индикатор неконтролируемых воздействий человеческой деятельности на состояние природы - живой и неживой. В частности, деградация живой природы происходит вследствие химических воздействий на природу.

### ***Е. Рост населения***

Рост населения не является глобальной экологической проблемой, но она теснейшим образом связана с этого рода проблемами. В 1650 г. численность населения земного шара составляла около 0,5 млрд. чел. и ежегодно увеличивалась на 0,3%; в 1900 г. численность населения достигла 1,6 млрд. чел., при годовых темпах роста 0,5%; в 1970 г. она равнялась 3,6 млрд. чел., а темпы роста увеличились до 2,1%. В 1991 г. численность населения выросла до 5,4 млрд. чел., при этом темпы роста упали до 1,7%. В 2007 г. численность населения планеты составила 6,6 млрд. чел., в год увеличиваясь примерно на 80 млн.

На опасность роста населения еще в конце 19-го века указывал Т. Мальтус. В последнее время ею серьезно занимаются не только демографы. Об этой проблеме следует серьезно говорить применительно к решению экологических проблем в связи с тем, что процессы, практически неизбежно сопровождающие рост населения, тесно связаны с этими проблемами. Так, рост населения вызывает рост потребления и, соответственно, возрастут нагрузки на природные ресурсы. К тому же следует учитывать общую тенденцию возрастания потребностей. Существенным следствием роста населения становится рост городов. Рост городов, удовлетворение разнообразных возрастающих потребностей будут сопровождаться увеличением объемов отходов производства и потребления.

### ***Ж. Ресурсный кризис***

Рост населения неизбежно влечет увеличение объемов потребления природных ресурсов. Кроме того, высокий материальный и культурный уровень жизни в государствах с высоко развитой экономикой сопровождается повышением уровня потребностей. Их удовлетворение ведет к исчерпанию природных ресурсов, как национальных, так и международных.

Отдельно хотелось бы выделить проблематику снижения плодородия почв ввиду ненадлежащего ухода и охраны данной природной составляющей.

### ***3. Снижение плодородия почв***

Ввиду того, что почва на данном этапе развития человечества является основным источником производства пищевой продукции снижение ее плодородия становится в один ряд с вышеописанными проблемами. Особенно важно это выражается, когда происходит синергизм нескольких проблем, например, рост населения и снижение плодородия почв.

## **1.2 Российское законодательство в области экологической безопасности и охраны окружающей среды**

Требования природопользования, охраны окружающей среды и экологической безопасности в Российской Федерации определены рядом нормативно-правовых документов.

В соответствии с Конституцией Российской Федерации [2] каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, каждый обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам, которые являются основой устойчивого развития, жизни и деятельности народов, проживающих на территории Российской Федерации.

Федеральным законом "Об охране окружающей среды" [3] регулируются отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду как важнейшую составляющую окружающей среды, являющуюся основой жизни на Земле, в пределах территории Российской Федерации, а также на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне Российской Федерации.

Федеральный закон "Об экологической экспертизе" [4] регулирует отношения в области экологической экспертизы, направлен на реализацию конституционного права граждан Российской Федерации на благоприятную окружа-

ющую среду посредством предупреждения негативных воздействий хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду.

Федеральный закон "Об охране атмосферного воздуха" [5] устанавливает правовые основы охраны атмосферного воздуха и направлен на реализацию конституционных прав граждан на благоприятную окружающую среду и достоверную информацию о ее состоянии.

Федеральный закон "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" [6] направлен на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения как одного из основных условий реализации конституционных прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду.

Закон "О недрах" [7] регулирует отношения, возникающие в области геологического изучения, использования и охраны недр, разработки технологий геологического изучения, разведки и добычи трудноизвлекаемых полезных ископаемых, использования отходов добычи полезных ископаемых и связанных с ней перерабатывающих производств, специфических минеральных ресурсов (рапы лиманов и озер, торфа, сапропеля и других), подземных вод, включая попутные воды (воды, извлеченные из недр вместе с нефтью, газом и газовым конденсатом (далее - углеводородное сырье), и вод, использованных пользователями недр для собственных производственных и технологических нужд.

По Лесному Кодексу Российской Федерации [8] выделены следующие принципы в области экологической безопасности:

- сохранение средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов в интересах обеспечения права каждого на благоприятную окружающую среду;
- использование лесов с учетом их глобального экологического значения, а также с учетом длительности их выращивания и иных природных свойств лесов;
- сохранение лесов, в том числе посредством их охраны, защиты, воспроизводства, лесоразведения;
- использование лесов способами, не наносящими вреда окружающей среде и здоровью человека.

Земельный же кодекс Российской Федерации [9] выделяет следующие принципы:

- учет значения земли как основы жизни и деятельности человека, согласно которому регулирование отношений по использованию и охране земли осуществляется исходя из представлений о земле как о природном объекте, охраняемом в качестве важнейшей составной части природы, природном ресурсе, используемом в качестве средства производства в сельском хозяйстве и лесном хозяйстве и основы осуществления хозяйственной и иной деятельности на территории Российской Федерации, и одновременно как о недвижимом имуществе, об объекте права собственности и иных прав на землю;
- приоритет охраны земли как важнейшего компонента окружающей среды и средства производства в сельском хозяйстве и лесном хозяйстве перед использованием земли в качестве недвижимого имущества, согласно которому владение, пользование и распоряжение землей осуществляются собственниками земельных участков свободно, если это не наносит ущерб окружающей среде;
- приоритет сохранения особо ценных земель и земель особо охраняемых территорий, согласно которому изменение целевого назначения ценных земель сельскохозяйственного назначения, земель, занятых защитными лесами, земель особо охраняемых природных территорий и объектов, земель, занятых объектами культурного наследия, других особо ценных земель и земель особо охраняемых территорий для иных целей ограничивается или запрещается в порядке, установленном федеральными законами. Установление данного принципа не должно толковаться как отрицание или умаление значения земель других категорий.

Водный кодекс Российской Федерации [10] в свою очередь определяет следующие принципы:

- значимость водных объектов в качестве основы жизни и деятельности человека. Регулирование водных отношений осуществляется исходя из

представления о водном объекте как о важнейшей составной части окружающей среды, среде обитания объектов животного и растительного мира, в том числе водных биологических ресурсов, как о природном ресурсе, используемом человеком для личных и бытовых нужд, осуществления хозяйственной и иной деятельности, и одновременно как об объекте права собственности и иных прав;

- приоритет охраны водных объектов перед их использованием. Использование водных объектов не должно оказывать негативное воздействие на окружающую среду;
- сохранение особо охраняемых водных объектов, ограничение или запрет использования которых устанавливается федеральными законами.

Законодательство о градостроительной деятельности [11] и изданные в соответствии с ним нормативные правовые акты основываются на следующих принципах:

- обеспечение сбалансированного учета экологических, экономических, социальных и иных факторов при осуществлении градостроительной деятельности;
- осуществление градостроительной деятельности с соблюдением требований безопасности территорий, инженерно-технических требований, требований гражданской обороны, обеспечением предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, принятием мер по противодействию террористическим актам;
- осуществление градостроительной деятельности с соблюдением требований охраны окружающей среды и экологической безопасности;
- осуществление градостроительной деятельности с соблюдением требований сохранения объектов культурного наследия и особо охраняемых природных территорий.

Кодекс об административных правонарушениях (КоАП) [12] ставит своими задачами защиту личности, охрану прав и свобод человека и гражданина, охрану здоровья граждан, санитарно-эпидемиологического благополучия насе-

ления, защиту общественной нравственности, охрану окружающей среды, установленного порядка осуществления государственной власти, общественного порядка и общественной безопасности, собственности, защита законных экономических интересов физических и юридических лиц, общества и государства от административных правонарушений, а также предупреждение административных правонарушений.

## 2 Загрязнение окружающей среды

### 2.1 Компоненты окружающей среды

Окружающая природная среда, на которую направлено негативное влияние человека, как прямое, так и косвенное, глобально состоит из четырех компонентов (рисунок 1).

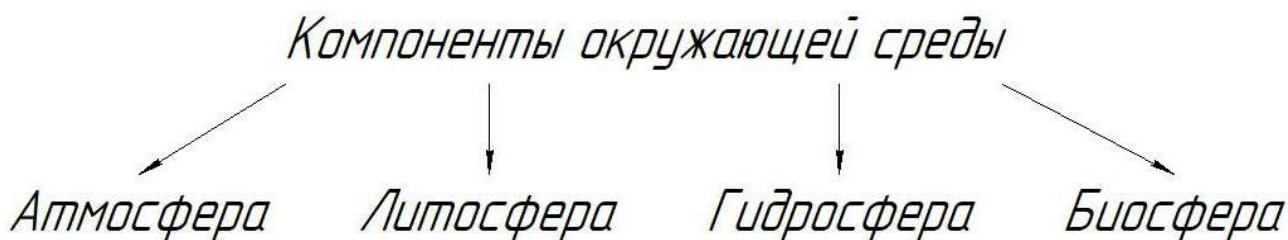


Рисунок 1 – Компоненты окружающей природной среды

**Литосфера** – это верхний слой земной коры, наружная твердая оболочка земного шара (мощностью до 80 км). Природные процессы, происходящие в литосфере, приводят к геологическим последствиям (землетрясения, вулканические обвалы, оползни, карстовые просадки грунта). Но наибольшее значение для человечества имеет тончайшая пленка (относительно размеров планеты) на верхней поверхности литосферы – почва, т.е. поверхностный плодородный слой земной коры, созданный под совокупным слиянием климата (тепла, воды, воздуха), рельефа, растений, животных, микроорганизмов и деятельности человека.

**Гидросфера** – водная оболочка Земли. Её принято делить на Мировой океан, континентальные поверхностные воды и ледники, а также подземные воды. Гидросфера включает в себя воду в трех агрегатных состояниях – жидком, твердом и газообразном. Вода в жидком состоянии на 98% сосредоточена в Мировом океане и его окраинных частях, называемых морями. Пресная вода рек и озер составляет лишь весьма небольшую часть гидросферы, но именно она наиболее важна для жизнедеятельности человека. Вода в твердом состоянии сосредоточена в основном в ледниковых щитах Антарктиды и Гренландии, в многолетних арктических льдах, в ледниках на вершинах гор, а также в виде

зимнего снега. Газообразная вода – часть атмосферы.

**Атмосфера** – газовая оболочка Земли, наиболее мобильная часть окружающей природной среды. Для жизнедеятельности человека основное значение имеет нижняя часть атмосферы – тропосфера, высотой до 10 км. В атмосферу выбрасываются вредные газы, частицы твердых веществ и мельчайшие капли жидких загрязнителей. В ряде промышленных центров человеку трудно дышать из-за выбросов металлургических комбинатов и выхлопных газов автомобилей. Деятельность человека оказывает влияние и на атмосферу Земли в целом – падает содержание кислорода, увеличивается содержание углекислого газа, меняются атмосферные потоки и, в конечном счете, климат (например, вследствие создания или уничтожения водных пространств, таких, как водохранилища).

**Биосфера** – это растения, животные, микроорганизмы и другие живые существа, живущие на земле, в воде, в воздухе. Загрязнения окружающей природной среды обычно весьма вредно действуют на живые организмы, приводят к сокращению их численности. Кроме того, многие из них способны концентрировать в себе опасные вещества.

Естественные составляющие биосферы весьма угнетены (растения) или даже отсутствуют (множество животных). Зато превосходно приспособились отдельные виды живых организмов, например, тараканы и крысы.

Итак, в окружающей природной среде глобально можно выделить такие составляющие, как литосфера, гидросфера, атмосфера, биосфера. В каждом конкретном случае все эти составляющие окружающей природной среды взаимодействуют между собой.

Воздействие человека на окружающую природную среду обычно проявляется либо в ее загрязнении, либо в попытках ликвидировать последствия загрязнений.



## 2.2 Классификация загрязнений окружающей природной среды

Загрязнение – наиболее опасная для человека категория изменения природной среды. Существует классификация загрязнений по компонентам окружающей среды, представленная на рисунке 2.



Рисунок 2 – Классификация загрязнений по компонентам окружающей среды

**Литосферные загрязнения** подразделяются на следующие группы:

1) Загрязнения земной поверхности, которые включают:

- засорение поверхности твердыми веществами;
- запыление тонкодисперсными веществами;
- замазучивание (загрязнение нефтепродуктами);
- закисление (загрязнение растворимыми соединениями  $pH < 6,5$ );
- раскисление (загрязнение растворимыми соединениями  $pH > 8,5$ );
- заражение (загрязнение соединениями тяжелых металлов (ртуть, мышьяк, радиоактивные вещества и т.д.).

2) Загрязнение массива горных пород.

**Загрязнения гидросферы** подразделяются на следующие группы:

- Органические (содержание в воде микроорганизмов);
- Механические;
- Химические:

**а)** закисление – по реакции ( $pH$ ) выделяют следующие виды:

- нормальные ( $pH = 6,5 - 8,5$ );

- кисловатые ( $pH = 6,5 - 5,0$ );
- кислые ( $pH < 5,0$ );
- слабощелочные ( $pH = 8,6 - 9,5$ );
- щелочные ( $pH > 9,5$ ).

( $pH$  – водородный показатель – мера определения кислотности водных растворов. Ассоциирована с концентрацией ионов водорода, что эквивалентно активности ионов водорода в сильно разбавленных растворах. Водородный показатель может быть определён с помощью кислотно-основных индикаторов, измерен потенциометрическим  $pH$ -метром или вычислен по формуле как величина, противоположная по знаку и равная по модулю десятичному логарифму активности водородных ионов, выраженной в молях на литр:  $pH = -lg[H^+]$ ).

**б)** минерализация, в том числе загрязнение солями жесткости.

По степени жесткости выделяют следующие воды:

- очень мягкие с жесткостью более  $1,5 \text{ мг*экв./дм}^3$ ;
- мягкие  $1,51 - 3,0 \text{ мг*экв./дм}^3$ ;
- умеренно жесткие  $6,01 - 9,0 \text{ мг*экв./дм}^3$ ;
- очень жесткие более  $9,0 \text{ мг*экв./дм}^3$ .

**в)** замутнение (взвешенными веществами).

**г)** загазованность (растворимыми газами – углекислым, сернистым ангидридом и др.)

**д)** другие виды химических загрязнений гидросферы.

**Загрязнения атмосферы** подразделяются на следующие виды:

**а)** вещественные – подразделяются на группы по физическому состоянию загрязняющих веществ:

- газообразные;
- жидкие;
- твердые.

По качественным признакам, характеризующим загрязняющие вещества, выделяют:

- запыление;

- загазовывание;
- заражение.

К источникам вещественного загрязнения атмосферы относятся:

- сжигание топлива на ТЭЦ и в котельных;
- дробление и смешивание полезных компонентов при их переработке;
- сушка промпродуктов (на обогатительных и брикетных фабриках);
- плавление металлов;
- аспирационные системы (вытяжная вентиляция) шахт, заводов, фабрик;
- растворение и разложение реагентов;
- горение и пыление породных отвалов;
- погрузочные и транспортные работы;
- взрывные работы.

**б)** энергетические – подразделяются на виды:

- звуковые (шумовые);
- электромагнитные.

Источники электромагнитных загрязнений атмосферы – это радио- и телепередающие устройства, линии электропередач, электрифицированные транспортные линии и др.

**Загрязнение биоценозов** подразделяют на:

- загрязнение фитоценозов;
- загрязнение зооценозов;
- загрязнение микробиоценозов.

Источниками биологических загрязнений окружающей среды являются: перевозка полезных ископаемых и материалов, научные исследования, рекреация, туризм, застройка и т.д.

### **2.3 Антропогенные воздействия на окружающую среду**

Все виды антропогенной деятельности оказывают негативное воздействие на природу, в результате чего происходят количественные и качественные изменения в окружающей среде. Эти изменения подразделяются на нару-

шения и загрязнения. **Нарушения** окружающей природной среды – это любые изменения природных, природно-антропогенных или социальных условий, превышающие или не превышающие биологические или социально-экономические способности человека к адаптации. Кроме общего определения нарушений, в литературе существует понятие «нарушение экологическое».

**Нарушение экологическое** – это отклонение от обычного состояния (нормы) экосистемы любого иерархического уровня организации. Экологическое нарушение может произойти в одном из экологических компонентов или в экосистеме в целом, быть причинено внешним для рассматриваемой экосистемы или внутренним для нее, иметь антропогенный или естественный характер, быть локальным, региональным или глобальным. Интенсивность экологического нарушения недостаточна для того, чтобы привести к необратимому разрушению экосистемы и она способна самовосстанавливаться до относительно прежнего состояния. **Загрязнение** – это внесение в среду новых веществ (не разлагаемых редуцентами) или резкое увеличение количества уже имеющихся веществ, которые экосистема не в состоянии быстро ассимилировать.

### **Источники загрязнения гидросферы**

В качестве основных источников загрязнения гидросферы можно выделить:

1. Промышленные стоки.
2. Коммунальных стоки.
3. Сельскохозяйственные стоки.
4. Продукты распада сине-зеленых водорослей.
5. Тепловое загрязнение.
6. Молевой сплав леса (сплав бревен россыпью).
7. Загрязнение отходами водного транспорта.
8. Радиоактивные отходы.
9. Загрязненная атмосфера.

**Промышленные стоки.** Основой водных ресурсов РФ является речной сток, 90% которого приходится на бассейны Северного Ледовитого и Тихого океанов. На бассейны Каспийского и Азовского морей, где проживает свыше 80% населения России, приходится менее 8% общего годового объема речного стока. Наибольшее загрязнение природных вод происходит вследствие деятельности следующих предприятий:

- нефтеперерабатывающих;
- химических;
- мыловаренных;
- целлюлозно-бумажных;
- текстильных;
- металлургических;
- горнодобывающих.

**Сточные воды предприятий** по составу подразделяются на 3 вида:

- производственные – использованные или сопутствующие технологическому процессу, из них можно выделить загрязненные и нормативно чистые;
- бытовые – поступающие из санитарных узлов, пищеблоков, душевых установок и др.;
- атмосферные – дождевые, талые, сток после полива территорий.

Состав производственных стоков определяется профилем деятельности предприятия, видами сырья и материалов.

**Нефтепродукты.** Содержание нефти 0,2-0,4 мг/л придает воде специфический запах, который не исчезает после хлорирования и фильтрации. Фенольные соединения. Содержатся в сточных водах химических предприятий, лесохимической, коксохимической отраслей. Фенольные воды обладают сильными антисептическими свойствами, нарушают биологические процессы в воде. Цинк и медь. Больше всего содержится в сточных водах предприятий электротехнической промышленности и по производству пестицидов, шахтных и рудничных водах.

**СПАВ** (синтетические поверхностно-активные вещества). Содержатся в

стоках предприятий по производству бытовой химии, моющих средств. СПАВ резко ухудшают биохимическую очистительную способность воды. Поэтому даже при небольших концентрациях в воде прекращается рост водной растительности, усиливаются привкусы и запахи, образуются стойкие скопления пены.

**Патогенная микрофлора.** Содержится в стоках кожевенных заводов, мясокомбинатов. Органика, биогены, тяжелые металлы. Попадают с мусором с проезжей части дорог.

По концентрациям загрязняющих веществ промышленные стоки подразделяются на четыре группы:

- слабоконцентрированные (0-500 мг/л);
- среднеконцентрированные (500-5000 мг/л);
- концентрированные (5000-30000 мг/л);
- высококонцентрированные (более 30000 мг/л).

**Коммунальные стоки.** Коммунальные стоки являются результатом деятельности городов и других населенных пунктов. В их составе содержатся:

- фекальные воды;
- вредные вещества, используемые в быту;
- стоки предприятий пищевой промышленности, общественного питания, торговли;
- стоки жилищно-коммунальных хозяйств.

Особенно опасными являются содержащиеся в коммунальных стоках болезнетворные микробы и вирусы, а также яйца гельминтов.

**Сельскохозяйственные стоки.** Сельскохозяйственные стоки подразделяются на следующие группы:

- стоки животноводческих комплексов;
- поверхностный сток ливневых и талых вод с полей;
- коллекторно-дренажные воды.

Стоки животноводческих комплексов. Количество отходов, образующихся на животноводческих комплексах и фермах, довольно значительно превышает объем бытовых отходов. В стоках животноводческих комплексов основными

загрязняющими компонентами являются: органическое вещество, азот, фосфор, растворенные вещества составляют 20-35%, взвешенные 65-80% от общего объема. В составе загрязнений животноводческих комплексов значительную часть составляет сток с открытых откормочных площадок. Объем его зависит от интенсивности дождя, рельефа местности, плотности животных. Одна свиноферма на 100 тыс. голов по величине загрязнений равнозначна городу с населением 250 тыс. человек.

Поверхностный сток ливневых и талых вод с полей содержит: удобрения, средства защиты растений: азот, фосфор, калий, пестициды. Количество загрязнений зависит от дозы внесения, химического состава удобрений, объема поверхностного стока, типа почв и колеблется в широких пределах. В условиях длительного применения высоких доз удобрений в поверхностные и грунтовые воды поступает до 20% внесенного азота и 1,5-2% фосфора. Орошение земель приводит к вымыванию из них легкорастворимых солей, в первую очередь натрия, сульфатов и хлоридов. Наибольшее загрязнение водо-источников биогенами наблюдается в районах орошаемого земледелия. При удобрении рисовых полей со сточными водами уходит 14-18% удобрений. Накапливаясь в тканях и органах рыб, они вызывают их токсикоз и гибель.

***Продукты распада сине-зеленых водорослей.*** Сине-зеленые водоросли относятся к группе низших растений. Это одноклеточные организмы, образующие колонии. При наличии большого количества биогенных элементов и высоких температурах наблюдается их массовое размножение. Вода окрашивается в синий и зеленый цвета в результате выхода из клетки водорастворимых пигментов – билихромпротеидов. В результате брожения и гниения вода насыщается токсичными продуктами (фенолы, цианиды, высшие спирты), обедняется кислородом, приобретает неприятные запахи. Такая вода становится непригодной для использования. Ущерб от «цветения» воды значительны, что связано с расходом коагулянтов для осаждения водорослей, расширением площади отстойников. На тепловых станциях сине-зеленые водоросли снижают эффект охлаждения и приводят к перерасходу топлива. Водные бассейны постепенно исключаются из рекреации (Финский залив).

**Тепловое загрязнение.** Происходит при использовании воды для охлаждения, которая возвращается в водоемы в подогретом виде, изменяя их тепловой баланс. При этом усиливается ее испарение и увеличивается минерализация, а также количество сине-зеленых водорослей. Нарушается естественная динамика экосистемы.

**Молевой сплав леса (сплав бревен россыпью).** При молевом сплаве сдирается кора, которая оседает на дно, до 10% деловых стволов тонет. Затонувшая древесина, смолы, дубильные вещества разлагаются с поглощением кислорода. Вырубка густого кустарника по берегам рек, мешающего лесосплаву, усиливает эрозионные процессы, ускоряет заиление русла. Большой ущерб наносится рыбному хозяйству – разрушаются нерестилища, гибнут икра и истощаются кормовые угодья. Последствия лесосплава сказываются спустя много лет. На данный момент запрещен сплав по рекам Карелии и впадающим в оз. Байкал. Однако большая трудность состоит в очистке рек от затонувшей древесины.

**Загрязнение отходами водного транспорта.** Происходит при сбросе воды, загрязненной нефтепродуктами, а также бытовыми отходами. Нефть в воду попадает при ее перевозке или сбросе балластной воды. Платежи за ее сброс незначительны, поэтому компаниям выгоднее заплатить штраф, чем нести убытки от простоя на станциях промывки. Одна тонна пролитой нефти образует пленку площадью до 12 км<sup>2</sup>, это затрудняет доступ кислорода в воду и приводит к массовой гибели зоо- и фитопланктона. Большую опасность представляют и СПАВ, которые используются для удаления нефтяных пятен.

**Радиоактивные отходы.** В соответствии с правилом накопления вещества по мере его прохождения по пищевой цепи радиоактивные отходы накапливаются в тканях рыб и водоплавающей птицы. При этом концентрация этих веществ во много раз выше по сравнению с содержанием в воде. В настоящее время сточные воды с радиоактивностью в 1 л свыше  $3,7 \cdot 10^{12}$  распадов/сек. сливаются в специальные подземные резервуары или закачиваются в бессточные подземные бассейны.

**Загрязненная атмосфера.** Твердые частицы выбросов перемещаются



воздушными потоками на большие расстояния и выпадают на поверхность суши или воды. Газообразные выбросы выпадают в водоем в виде кислотных дождей, что приводит к нарушению экосистем.

## **Источники загрязнения воздуха**

Основными источниками выбросов в атмосферу являются предприятия:

- черной и цветной металлургии;
- химии и нефтехимии;
- стройиндустрии;
- энергетики;
- целлюлозно-бумажной промышленности;
- автотранспорта.

Ключевой проблемой *металлургии* считается то, что в воздух попадают вредные химические элементы и соединения. Они освобождаются во время сжигания топлива и переработки сырья. В зависимости от специфики производства в атмосферу попадают такие загрязнители как:

- двуокись углерода;
- алюминий;
- мышьяк;
- сероводород;
- ртуть;
- сурьма;
- сера;
- олово;
- азот;
- свинец и др.

Эксперты отмечают, что каждый год из-за работы металлургических заводов в воздух поступает не менее 100 млн. тонн сернистого газа. Когда он попадает в атмосферу, то в последующем выпадает на землю в виде кислотных дождей, которые загрязняют все вокруг: деревья, дома, улицы, почву, поля, реки, моря и озера.

Черная металлургия вносит заметный вклад в загрязнение атмосферного воздуха России. Особенно существенна доля отрасли по выбросам шестивалентного хрома.

Загрязнения атмосферы предприятиями цветной металлургии характеризуются в основном выбросом диоксида серы (75% от суммарного выброса в атмосферу), оксида углерода (10,5%) и пыли (10,4%).

Таким образом, цветная металлургия вносит заметный вклад в загрязнение атмосферного воздуха (18% всех выбросов в России от промышленных стационарных источников). Особенно существенна доля отрасли в выбросах наиболее опасных веществ — свинца и ртути.

Источниками образования вредных выбросов при производстве глинозема, алюминия, меди, свинца, олова, цинка, никеля и драгоценных металлов являются различные виды печей (для спекания, выплавки, обжига, индукционные и др.), дробильно-размольное оборудование, конверторы, места погрузки, выгрузки и пересыпки материалов, сушильные агрегаты, открытые склады.

***Химическая и нефтехимическая промышленность.*** Предприятия расположены в большинстве регионов Российской Федерации и выпускают большой спектр продукции для удовлетворения нужд всех отраслей промышленности, сельского хозяйства и населения. Химический комплекс РФ включает 36 отраслей химической, нефтехимической, агрохимической и микробиологической промышленности. Многообразие продукции, применяемых технологий и видов сырья определяют широкий спектр загрязнителей окружающей среды. Ряд выбросов, сбросов и отходов производства характеризуется существенными объемами и высокой токсичностью.

Отходы химической промышленности — материалы, содержащие вредные вещества, несущие угрозу для человеческого здоровья. Сюда относятся остаточные изделия при производстве. Это могут быть вредные составы топлива, пыль, шлаки, зола. Сейчас эта промышленность занимается переработкой большого объема сырья, после которого остаются отходы, потенциально вредные для здоровья, окружающей среды.

Производство большинства *строительных* материалов связано с добычей, транспортированием, дроблением, измельчением, помолом, грохочением, перемешиванием и упаковкой в тару готовой продукции. Все эти технологические процессы сопровождаются значительным выделением пыли.

Существенно загрязняют окружающую среду небольшие предприятия, например асфальтобетонные заводы, а также сезонные передвижные дробильно-сортировочные установки. Проведение эффективных мероприятий по пылегазоочистке на этих заводах нерентабельно, а осуществление квалифицированной эксплуатации очистных сооружений затруднено.

Источниками загрязнения атмосферы на заводах железобетонных изделий и домостроительных комбинатах часто являются бетоносмесительные установки, цементные склады, транспортные участки и котельные.

*Электроэнергетика* лидирует по суммарным выбросам загрязняющих веществ в атмосферу. Ее доля в суммарных выбросах загрязняющих веществ промышленности от стационарных источников достигла в 2003 г. 21,7%. В 2005 г. выбросы загрязнителей составили 5,37 млн. т, что ниже уровня 1990 г. на 2,3 млн. т. В 1999 г. выбросы загрязнителей составили 3,9 млн. т, что ниже уровня 1998 г. на 56 тыс. т. Сохранение устойчивой тенденции сокращения выбросов обусловлено увеличением до 64% доли природного газа в структуре топливно-энергетического баланса (ТЭБ). Кроме того, повышается экологическая культура эксплуатации тепловых станций, осуществляется внедрение на ТЭС технологий, направленных на повышение эффективности действующих золоулавливающих установок.

*Целлюлозно-бумажная промышленность* относится к ведущим отраслям народного хозяйства, так как Россия располагает огромными лесосырьевыми ресурсами. Кроме того, велика потребность в продукции этой отрасли, как в России, так и за рубежом, и это определяет большой объем выпускаемой продукции. Продукцией целлюлозно-бумажной промышленности являются различные виды волокнистых полуфабрикатов (в т.ч. сульфитная и сульфатная целлюлоза), бумага, картон и изделия из них. Побочные продукты отрасли: кормовые дрожжи, канифоль, скипидар, жирные кислоты и др.

Выработка целлюлозы коренным образом отличается от бумажного производства и представляет собой химический процесс с довольно сложной системой регенерации химикатов. В противоположность этому производство бумаги является в основном механическим процессом с сопутствующими ему физико-химическими, главным образом, сорбционными явлениями. Вследствие такого различия именно производство целлюлозы является основным загрязнителем атмосферного воздуха и водоёмов. Производство бумаги и картона, за редким исключением воздух не загрязняет, но загрязняет водоёмы стоками, содержащими преимущественно взвешенные вещества — волокно и наполнители. Кроме того, в состав ЦБК входит ТЭЦ, сжигающая природное топливо и также загрязняющая атмосферу и водоёмы.

Для производства целлюлозы применяют в основном два способа — сульфатный и сульфитный. В обоих случаях сваренная в котлах периодического или непрерывного действия целлюлоза проходит промывной и очистной отделы, затем (если в этом есть необходимость) подвергается отбелке химическими реагентами и, наконец, поступает на машины, вырабатывающие товарную целлюлозу. Однако реагенты, используемые в двух названных способах, и пути возврата их в производство совершенно различны.

В сульфатном способе для варки целлюлозы применяют так называемый белый щёлоч, представляющий собой раствор едкого натра и сульфида натрия. После варки образуется чёрный щелок, в состав которого входят извлеченные из древесины вещества. Его упаривают и сжигают в содорегенерационных котлоагрегатах, возвращая при этом в производство соединения натрия и серы. Полученный в результате сжигания органических веществ зелёный щелок переводят в пригодный для варки белый щелок обработкой известью, а саму известь регенерируют обжигом в известерегенерационных печах. Технологические потери натрия и серы восполняют добавлением сульфата натрия к чёрному щёлоку перед его сжиганием.

В сульфитном способе для варки целлюлозы используют сернистую кислоту и ее соли. Отработанный щелока, как правило, не сжигают, а подвергают переработке.

Предприятия лесопромышленного комплекса представляют собой значительный источник загрязнения атмосферного воздуха. Общеотраслевой выброс в атмосферу загрязняющих веществ исчисляется тысячами тонн. Наиболее характерными загрязняющими веществами для данной отрасли являются твердые вещества, оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, толуол, сероводород, ацетон, ксилол, бутил.

Больше всего загрязняют атмосферный воздух предприятия, производящие целлюлозу по сульфатному способу, имеющему наибольшие возможности производства полуфабрикатов для выработки различных видов бумаги для технических целей и картона и получившему в настоящее время преимущественное распространение.

Основная причина выделения вредных газовых соединений при этом способе производства целлюлозы — использование в технологическом процессе сульфида натрия, что приводит к образованию серосодержащих соединений: сероводорода, метилмеркаптана, диметилсульфида, диметилдисульфида.

Газы, содержащие сернистые соединения, образуются на многих участках производства. Среди них необходимо в первую очередь назвать содорегенерационный котлоагрегат, в котором производят сжигание черного щелока — вторичного продукта, образующегося в результате варки целлюлозы. Кроме перечисленных серосодержащих соединений, в отходящих газах содорегенерационного котлоагрегата содержатся сернистый и серный ангидриды.

Следующий по величине источник загрязнения — самоварочно-промывной цех, где производится варка и промывка целлюлозы. Затем идут выпарной цех и производства по получению побочных продуктов: скипидара, таловой канифоли, пега, флотационного масла и др.

Наконец, все эти соединения, входящие в так называемый «сульфатный букет запаха», выделяются через неплотности из большего количества аппаратов, баков, ёмкостей, служащих для переработки и хранения белого, черного, зеленого, щелоков. Через вентиляционные трубы эти соединения выбрасываются в атмосферу. Основными источниками загрязнения атмосферы пылью

(аэрозолями) являются содорегенерационные котлоагрегаты, с отходящими газами которых за час уносится из топков 1,5-3,0 т пыли, состоящей в основном из сульфата натрия, и известерегенерационные печи, из которых вместе с газами уносится 0,5-1,0 т. пыли в час.

Сульфитно-целлюлозное производство загрязняет атмосферу заметно меньше, чем сульфатно-целлюлозное, но оно характеризуется более интенсивным загрязнением водоемов. Главным загрязнителем атмосферы при сульфитном способе производства целлюлозы является сернистый ангидрид, который используется для приготовления варочной кислоты и в определенных количествах может выбрасываться в атмосферу при сдувках и выдувках в варочном цехе. Кроме того, сернистый ангидрид проникает в атмосферу с «хвостовыми» газа из башен или аппаратов приготовления варочной кислоты.

С загрязнением атмосферы связаны процессы отбелики как сульфитной, так и сульфатной целлюлозы. Причина загрязнения атмосферы применение для отбелики целлюлозы газообразного хлора и двуокиси хлора. К тому же при получении хлора и двуокиси хлора образуются такие токсичные соединения, как хлористый водород, пары ртути, сернистый ангидрид, щелочные аэрозоли. Хлор и двуокись хлора, а также другие вредные их спутники, обычно содержатся в вентиляционных выбросах.

**Автомобильный транспорт** наиболее агрессивен в сравнении с другими видами транспорта по отношению к окружающей среде. Он является мощным источником ее химического (поставляет в окружающую среду громадное количество ядовитых веществ), шумового и механического загрязнения. Следует подчеркнуть, что с увеличением автомобильного парка уровень вредного воздействия автотранспорта на окружающую среду интенсивно возрастает. Так, если в начале 70-х годов ученые-гигиенисты определили долю загрязнений, вносимых в атмосферу автомобильным транспортом, в среднем равной 13%, то в настоящее время она достигла уже 50% и продолжает расти. А для городов и промышленных центров доля автотранспорта в общем объеме загрязнений значительно выше и доходит до 70% и более, что создает серьезную экологическую проблему, сопровождающую урбанизацию.

В автомобилях имеется несколько источников токсичных веществ, основными из которых являются три:

- отработавшие газы;
- картерные газы;
- топливные испарения.

Источники образования токсичных выбросов

Наибольшая доля химического загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом приходится на отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания.

Теоретически предполагается, что при полном сгорании топлива в результате взаимодействия углерода и водорода (входят в состав топлива) с кислородом воздуха образуется углекислый газ и водяной пар.

Практически же вследствие физико-механических процессов в цилиндрах двигателя действительный состав отработавших газов очень сложный и включает более 200 компонентов, значительная часть которых токсична.

Ориентировочный состав отработавших газов автомобильных двигателей приведен ниже.

Таблица 1 - Ориентировочный состав отработавших газов автомобильных двигателей

Компоненты	Размерность	Пределы концентраций компонентов	
		бензиновые	дизельные
Азот, N	% объема	74...77	76...78
Кислород, O <sub>2</sub>		0,2...8,0	2...18
Пары воды, H <sub>2</sub> O		3,0...13,5	0,5...10,0
Двуокис углерода, CO <sub>2</sub>		5,0...12,0	1...12,0
Углеводороды, CH (суммарно)		0,2...3,0	0,01...0,50
Оксид углерода, CO		0,1...10,0	0,01...0,30
Оксид азота, NO <sub>x</sub>		0,0...0,6	0,005...0,200
Альдегиды		0,0...0,2	0,0...0,06
Оксиды серы (сумм.)	мг/м <sup>3</sup>	0,0...0,003	0,0...0,015
Сажа		0,0...100	0,0...20000
Бенз(а)пирен		0,0...25	0,0...10,0
Соединения свинца		0,0...60	—

Совокупные выбросы в атмосферу в России значительно сократились в результате спада экономики. Однако снижение выбросов отставало от темпов падения ВВП. Выбросы  $SO_x$  и  $CO_2$  на единицу ВВП значительно выше, чем в среднем по странам Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР).

По совокупным выбросам члены ОЭСР опережают Россию. На душу населения приближаются к среднему уровню ОЭСР. Россия «импортирует» в 3 раза больше соединений серы и азота, чем она «экспортирует» своим восточным «соседям»; «импорт» составляет почти в 10 раз больше содержащихся в воздухе соединений кадмия и свинца, чем «экспорт».

Качество воздуха оценивается по ПДК, очень жестким стандартам качества атмосферного воздуха, принятым в России. В первой половине 1990-х г.г. превышение ПДК было отмечено в 204 городах, где проживает 62 % населения России.

Каждый десятый город РФ имеет высокий уровень загрязнения. Часть Европейской части России и Уральского региона подвергаются кислотным осадкам в основном из внутренних источников. Среднее осаждение серы составляет  $0,8 \text{ т/км}^2$ . В азиатской части России –  $0,35 \text{ т/км}^2$ . Нанесен значительный ущерб лесам. Основные точечные источники выбросов серы – в Норильске и на Кольском полуострове.

### **Источники загрязнения литосферы**

В качестве источников загрязнения литосферы приведем источники загрязнения верхнего слоя литосферы - почвы.

Принято различать естественное и антропогенное загрязнение почвы. Естественное загрязнение почв возникает в результате природных процессов в биосфере, происходящих без участия человека и приводящих к поступлению в почву химических веществ из атмосферы, литосферы или гидросферы, например, в результате выветривания горных пород или выпадения осадков в виде дождя или снега, вымывающих загрязняющие ингредиенты из атмосферы.



Наиболее опасно для природных экосистем и человека антропогенное загрязнение почвы, особенно техногенного происхождения. Наиболее характерными загрязнителями являются пестициды, удобрения, тяжелые металлы и другие вещества промышленного происхождения.

Можно выделить следующие основные виды источников загрязнения почвы:

- 1) атмосферные осадки в виде дождя, снега и др.;
- 2) сброс твердых и жидких отходов промышленного и бытового происхождения;
- 3) использование пестицидов и удобрений в сельскохозяйственном производстве.

Рассмотрим перечисленные виды источников почвенного загрязнения. Атмосферные осадки, вымывая из атмосферы газообразные загрязняющие вещества, приводят к росту концентрации серной, азотной и других кислот в почве, что сопровождается ее закислением и снижением урожайности. Поступающие в почву с осадками атмосферные аэрозоли в жидкой и твердой фазах, имеющие, как правило, сложный химический состав, способствуют накоплению в почве тяжелых металлов и разнообразных органических веществ, включая опасные углеводороды. Промышленные и бытовые отходы, объемы которых огромны и растут быстрыми темпами, способствуют накоплению в почве тяжелых металлов, углеводородов, включая опасные токсические хлор-, фтор-, фосфорсодержащие соединения, обладающие канцерогенным действием. Наибольшую опасность как для человека, так и для природных экосистем представляет третий вид почвенного загрязнения, связанный с применением пестицидов и удобрений, вызывающих химическое загрязнение продуктов питания, с которыми, как было отмечено выше, наш организм получает до 70% загрязняющих веществ.

Загрязнение почвы пестицидами и удобрениями. Необходимость обеспечения населения продуктами питания, а промышленности – сырьевыми ресурсами требует повышать плодородие почвы и вести борьбу с вредителями уро-

жая. Поэтому в современном сельскохозяйственном производстве применяются удобрения и пестициды, которые даже при агрономически правильном их использовании могут создавать опасные уровни загрязнения почвы.

Удобрение – вещество или агент, создающее при внесении в почву или водоем условия для ускоренного роста и развития растений и микроорганизмов, способствующее увеличению урожая. Различают органические, минеральные, химические и другие (например, бактериальные) виды удобрений. К органическим удобрениям относятся перегной, торф, навоз, птичий помет и другие органические остатки, используемые для повышения плодородия почвы. Химическое, или минеральное, удобрение – добытое из недр или полученное промышленным путем химическое соединение, содержащее в большом количестве один или несколько основных элементов питания растений (азот, фосфор, калий и др.), необходимые микроэлементы (медь, марганец и др.) или естественные продукты типа извести, гипса, золы и т.п., способные улучшить химические и структурные характеристики почвы. Этот вид удобрений приводит к большим концентрациям в почве химических веществ, включая опасные для здоровья человека нитриты и нитраты.

Пестициды – опасные для здоровья человека химические вещества, используемые для уничтожения вредных насекомых (инсектициды), растений-сорняков (гербициды), грибковых культур (фунгициды) и др. В мировом производстве пестицидов инсектициды занимают 45%, гербициды – 40%, фунгициды – 15% и прочие – 10%. Средняя норма применения пестицидов в сельском хозяйстве в нашей стране к концу 80-х годов составляла 2 кг на 1 га пашни, т.е. около 1,4 кг/чел. Многие пестициды сохраняются в почве длительное время и накапливаются по трофическим цепям, что со временем приводит к превышению безопасных для здоровья человека уровней.

Более широко рассмотрим загрязнители почвы в разделе Антропогенное воздействие на агросферу.

## **2.4 Антропогенное воздействие на агросферу**

Агросфера – это часть биосферы, вовлеченная в сельскохозяйственное

использование. С одной стороны, для человечества первопричинно важна именно верхняя часть литосферы – почва. А воздействие на биосферу, в частности человека, так же легко представить через загрязнение агросферы ввиду ежедневных потребностей в пище.

Ниже представлены загрязнители агросферы.

### ***Химические загрязнители***

- Металлы: ртуть, свинец, кадмий, сурьма, мышьяк, хром, кобальт, никель, олово.

- Пестициды, метаболиты и продукты их деградации.

- Радионуклиды (применительно к аварии на Чернобыльской АЭС):  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{131}\text{I}$ .

- Азотные соединения: полинитраты, нитриты, нитрозоамины.

- Полициклические ароматические углеводороды, полигалогенные дифенилы и терфенилы (включая полихлорированные дифенилы).

### ***Биологические загрязнители***

- Микотоксины: афлатоксины В1, В2, G1, G2, М1, охратоксин А, патулин, стеригматоцистин, трихотецины (Т-2 токсин, НТ-2 токсин, диацетоксискиренол, дезоксиниваленол), цитринин, зеараленон.

- Бактерии и бактериальные токсины: *Bacillus cereus*, токсин *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, сальмонеллы, шигеллы, энтеротоксины стафилококковые, *Vibrio parahemolyticus*.

- Паразиты: *Cysticercus bovis*, *Echinococcus granulosus*, *Fasciola hepatica*, *Fasciola gigantica*, *Paragonimus Westernomi*, *Taenia saginata*, *Taeniasolium*, *Trichinella spiralis*.

- Вирусы, стимуляторы роста животных, антибиотики.

Наибольшую опасность для природной среды, здоровья людей и животных представляют пестициды, соли тяжёлых металлов, радионуклиды, нитраты, нитриты, нитрозоамины и токсины, продуцируемые грибами и бактериями.

Такие загрязнители, накапливаясь постепенно в живых организмах, способны длительное время воздействовать на них.

## *Пестициды*

Пестициды применяют для борьбы с разными вредными организмами. В зависимости от действия на те или иные виды организмов их классифицируют следующим образом: инсектициды – для борьбы с вредными насекомыми; акарициды – с клещами; гербициды – с сорными растениями; фунгициды – с грибными болезнями растений и различными грибами; зооциды – с вредными позвоночными; родентициды – с грызунами; бактерициды – с бактериями и бактериальными болезнями растений; алгициды – для уничтожения водорослей и сорной растительности в водоёмах и др.

Пестициды представляют угрозу не только перечисленным организмам, но и людям. Поэтому их часто называют биоцидами (т.е. действующими на различные формы организмов).

По массе использования пестицидов во всём мире на первом месте стоят гербициды (50-55%), затем фунгициды (35-38%), дефолианты (8-10%), инсектициды (5-8%), остальные пестициды в сумме составляют 2-3%.

Сельскохозяйственное сырьё и продукты питания загрязняются пестицидами прямым и косвенным путями.

К прямым путям относится обработка:

- различных сельскохозяйственных культур для защиты от вредных насекомых, возбудителей заболеваний, сорной растительности;
- домашних животных, птиц в целях защиты от эктопаразитов (подкожный овод, блохи, вши, слепни и др.);
- хранящегося продовольственного и фуражного зерна, продуктов его переработки и других запасов продовольствия для защиты от амбарных вредителей;
- транспортируемых продуктов питания и сельскохозяйственного сырья.

Косвенные пути загрязнения продуктов пестицидами:

- транслокация в растения из почвы;
- загрязнение растений аэрогенным путём при рыхлении почвы, либо в результате возгонки пестицидов;
- использование загрязненной пестицидами воды для повторных обработок растений и поения животных;

- скармливание сельскохозяйственным животным и птице кормов, содержащих остаточные количества химических средств защиты растений;

- обработка пестицидами лесных насаждений, где произрастают грибы, ягоды, обитает промысловая дичь;

- миграция пестицидов по пищевым цепям: растения → пчёлы → человек, растения → животные → человек, вода → водные организмы → рыба → животные → человек.

Всего насчитывается более 1000 химических соединений, на основе которых выпускают десятки тысяч препаративных форм пестицидов.

Применяемые в настоящее время пестициды классифицируют по составу и химическим свойствам:

- хлорорганические пестициды ХОП – галоидопроизводные полициклических и ароматических углеводородов, углеводородов алифатического ряда;

- фосфорорганические пестициды ФОП – сложные эфиры фосфорных кислот; карбаматы – производные карбаминовой, тио- и дитиокарбаминовой кислот;

- азотсодержащие пестициды – производные мочевины, гуанидина, фенола.

Наиболее стойкими и одновременно обладающими чётко выраженными кумулятивными свойствами являются хлорорганические пестициды, для которых наиболее характерно концентрирование в последующих звеньях пищевых цепей.

Особенностью пестицидов является не только многократное накопление их в биосистемах по мере передвижения по трофическим цепочкам, но и трансформация. При этом происходит не только детоксикация их, но и образование высокотоксичных веществ. В таблице 2 приведена характеристика пестицидов по токсичности.

Таблица 2

Группа токсичности, характеристика токсичности, ЛД50 мг/кг	Препараты
Сильнодействующие вещества, ЛД50, меньше 50	Гранозан, крысид, фосцид цинка, оксаметил, хлор-смесь
Высокоядовитые вещества, ЛД50, 50-200	Бромистый метил, гексахлорбутадиен, гептахлор, ДНОК, дихлорэтан (и его кубовые остатки), зоокумарин, гамма-изомер ГХЦГ, метафос, метилмеркаптофос, пентофлорфенолят натрия, пентахлорнитробензол, ратиндан, фентиурам, фенкаптон
Среднеядовитые вещества, ЛД50, 200-1000	Алипур, бутифос, все препараты ГХЦГ, препарат ДДТ, 2,4-Д (все формы), хлорная известь, карбатион, карбин, карбофос, кельтан, медный купорос, сернокислая медь, метилацетофос, метилнитрофос, милон, нитрафен, полихлоркамфен, препараты полихлорпилена, полихлорбутан-80, реглон, сайфос, севин, тиазон, фосфамид, цианамид кальция, формалин, хлор-ИФК, ИФК
Малоядовитые вещества, ЛД50, свыше 1000	Атразин, бордоская жидкость, гексахлорбензол, далапон, диурон, дихлоральмочевина, каратан, железный купорос, монурон, поликарбацин, пирарамин, пропазин, прометрин пропанид, препараты серы, симазин, сульфат аммония, тедион, трихлорацетат натрия, фигон, хлорат магния, цинебэптам.

Мерой токсичности пестицидов является их доза, способная вызвать летальный исход (таблица 3).

Таблица 3

Пестицид	Летальная доза ЛД50 мг/кг	
	для крыс	для рыб
Хлорорганические пестициды (инсектициды)		
Альдрин	40-70	0,005-0,008
ГХЦГ	25-500	0,03-0,06
Гептахлор	500	0,008-0,019
ДДТ	300	0,002-0,02
Дильдрин	40-90	0,005-0,05
Метоксихлор	6400	0,04
Токсафен	45-90	0,002-0,004

Продолжение таблицы 3

Хлордан	450-600	0,02
Эдосульфан	30-75	0,002
Эндрин	7,5-17	0,0008
Фосфорорганические инсектициды		
Базудин	75-130	0,02
Метафон	35	3
Дихлорофос	23-87	1000
Карбофос	1400	0,1
Фонофос	12	0,1
Хлоринрифос	130-160	0,1-0,4
Фосфамид	20	20-600
Фозалон	80-100	12
Тиофос	6-50	–
Хлорофос	200-1200	5-20
Этион	20-200	–
Сим-триазиновые гербициды		
Атразин	1500-3300	4,5-6
Метрибузин	220	80
Прометон	3000	10-20
Прометрин	1800-5500	5-7
Пропазин	5000	–
Симазин	1300-4000	40-50
Цианазин	180	10
Пестициды на основе соединений органических кислот		
Диурон	3400	1-60
Дифенамид	2500	–
2,4-Д (все производные)	500-1500	2,5
Карбофуран	8-14	0,28
Линурон	2100-2400	3-4
Ялан (ордрам)	500-750	0,2
Пропанид	130-250	0,35-0,55
Пропахлор	300-700	13
Севин	300-800	2,4
Трифлуралин	3500-5000	0,012-0,07
2,4.5Т	500	350
Фенак	570	–
Фенорам	1500-3700	20

По степени комплексного воздействия на организм пестициды разделены на четыре класса:

I – чрезвычайно опасные;

II – высокоопасные;

III – умеренно опасные;

IV – малоопасные.

Большинство пестицидов – кумулятивные яды. Они медленно разрушаются, стойкие в природных комплексах. Например, у ДДТ три периода полураспада, каждый около 20 лет.

К нестойким соединениям пестицидов относятся синтетические органические вещества. Они разлагаются в природной среде на неядовитые продукты в течение нескольких дней или недель, но по токсичности многие из них превосходят ДДТ. При использовании таких препаратов в большинстве случаев погибают птицы и насекомые, питающиеся растительной пищей. В водоёмах резко увеличивается масса фитопланктона, гибнут в почве хищные популяции паразитов, поэтому возрастает численность популяций почвенных вредителей.

Полезные насекомые (например, пчёлы), как правило, менее стойки к пестицидам, чем вредные. Устойчивость насекомых к нестойким пестицидам вырабатывается также быстро, как и к стойким. Однако первые из них по-разному токсичны, что зависит от дозы и времени применения.

Пестициды испаряются и переносятся на большие расстояния. Ими загрязняются поверхностные и грунтовые воды. Однако даже самые вредные из них были запрещены лишь спустя десятки лет после широкого применения. Отравление пестицидами зависит, как правило, от особенностей их применения:

- преднамеренное многократное внесение пестицидов на больших территориях;

- высокая токсичность многих препаратов, связанная с их главным назначением – уничтожением определенных видов вредных биоорганизмов и с трудностями подбора избирательно действующих веществ, уничтожающих вредные виды при сохранении полезных;

- постоянное увеличение в мире масштабов применения и обновление ассортимента пестицидов, предназначенных для борьбы с новыми видами вредителей, болезней и сорняков;



- возникновение устойчивости вредных организмов при длительном применении препаратов и повышение доз внесения пестицидов.

В таблице 4 приведены пестициды, запрещённые к применению.

Таблица 4

Пестицид	Физико-химические свойства при хранении
Фталан	При наличии 1% воды гидролизуетсся с выделением хлористого водорода. Разложение происходит и в присутствии щелочей
Цианамид кальция	При увлажнении выделяется сильно ядовитый цианистый водород
Цинеб	При увлажнении, на свету или при хранении в кучах выделяется сероуглерод, у которого температура воспламенения 43°C
Цирам	Кислоты (серная, ортофосфорная), а также гидроксиды (при нагревании) полностью разрушают препарат с выделением сероуглерода и сероводорода

Без обработки сельскохозяйственных культур пестицидами значительно увеличиваются потери урожая (таблица 5).

Таблица 5

Культура	Потери урожая, % от			
	вредителей	болезней	сорняков	всего
Пшеница	5,0	9,1	9,8	23,9
Кукуруза	12,4	9,4	13,0	34,8
Просо, сорго	9,6	10,6	17,8	38,0
Соя	4,5	11,1	13,5	29,1
Картофель	6,5	21,8	4,0	32,3

Из приведенных данных следует, что наиболее высокие потери урожая (38%) в мире наблюдаются при производстве проса и сорго. Потери от вредителей, болезней растений и сорняков оцениваются в мире в 75 млрд. долл. в год.

Следует отметить, что при использовании пестицидов с увеличением производства растениеводческой продукции появились насекомые, не оказывавшие вредного влияния на растения и не представлявшие большой опасности для них, а также редкие сорняки.

При использовании пестицидов в теплицах у работников через 5 лет возникают необратимые болезни, а через 10 лет работы в таких условиях они приобретают инвалидность. При уничтожении вредных организмов пестицидами почти всегда гибнут и полезные. Пестициды подавляют биологическую активность почвы, являются мутагенами, ухудшают качество растениеводческой и животноводческой продукции, отрицательно влияют на здоровье людей. На земном шаре прямое отравление пестицидами каждый год поражает 2 млн. га и уносит до 50 тыс. жителей.

В США обрабатывают пестицидами 61% сельскохозяйственных земель, в России – 42%, при этом в Америке на половине обрабатываемых земель выращивают только технические культуры. Для защиты окружающей среды от вредного воздействия пестицидов, применяемых в сельском хозяйстве, в качестве альтернативы предлагаются трансгенные растения.

### ***Тяжёлые металлы***

Качество и экологическая безопасность растениеводческой и животноводческой продукции зависят от содержания в них тяжёлых металлов.

В группу тяжёлых металлов входят свыше 40 химических элементов (ртуть, свинец, олово, кадмий, медь, кобальт, марганец, хром, цинк, никель, селен, молибден и др.), имеющих плотность не менее 5 г/см<sup>3</sup> или атомную массу больше 50 единиц. Вместе с тем следует отметить, что ряд элементов из этой группы (медь, цинк, кобальт, марганец, железо, молибден и др.) является составной частью ферментных систем и участвует в жизненно важных процессах организма. Недостаток или отсутствие их опасно, так как они являются незаменимыми элементами для живых организмов. В малых количествах их используют в качестве удобрения сельскохозяйственных культур и минеральных подкормок, в рационах животных. Тяжёлыми металлами их называют в случае высоких концентраций.

Функции некоторых химических элементов в ценозах приведены в таблице 6.

Таблица 6

Элементы	Функции
Хром	В животных организмах кофактор инсулина (глюкозный фактор толерантности)
Кобальт	В составе витамина В12, необходим для метилирования, фиксации азота в сине-зеленых водорослях
Никель	Содержится в уреазе, стабилизирует структуру РНК, ДНК и структуру рибосом
Молибден	В составе нитратредуктазы, альдегидоксидазы, антагонист меди
Медь	Содержится в окислительно-восстановительных системах хлоропластов (пластоцианин), в аскорбат- и полифенолоксидазе, участвующих в метаболизме фенольных соединений, переносчик $O_2$ в реакциях сшивания коллагена и в образовании пигментов
Цинк	Входит в состав 70 цинкосодержащих ферментов, включая карбоангидразу, дегидрогеназу, щелочную фосфатазу, участвует в усвоении силикатов, метаболизме нуклеиновых кислот и клеточном делении
Марганец	Окислительно-восстановительные реакции, фотосистема-2 в фотосинтезе, метаболизм жиров в диатомеях, синтез мукополисахаридов в хрящах
Ванадий	Фиксация азота, окислительно-восстановительный катализ в превращениях эфиров, метаболизм железа
Железо	Обратимые реакции 2- и 3-валентного железа, фундаментальные для многих процессов. Метаболизм кислорода в концевых оксидазах необходим для синтеза порфина в гемоглобине, миоглобине

Токсичность указанных элементов может быть обусловлена анионами, катионами или физико-химическими свойствами их солей.

По степени опасности тяжёлые металлы разделяют на три класса (таблица 7).

Таблица 7

I класс – высокоопасные	II класс – среднеопасные	III класс – малоопасные
Ртуть	Бор	Барий
Мышьяк	Кобальт	Ванадий
Кадмий	Никель	Марганец
Свинец	Молибден	Вольфрам
Селен	Сурьма	Стронций
Цинк	Хром	

Разные организмы проявляют разную чувствительность к ним. Степень токсичности тяжёлых металлов приведена в таблице 8.

Таблица 8

Организм	Ряд токсичности
Водоросли	Hg > Cu > Cd > Fe > Cr > Zn > Co > Mn
Грибы	Ag > Hg > Cu > Cd > Cr > Ni > Pb > Co > Zn > Fe
Цветущие растения	Hg > Pb > Cu > Cd > Cr > Ni > Zn
Рыбы	Ag > Hg > Cu > Pb > Cd > Al > Zn > Ni > Cr > Co > Mn > Sr
Млекопитающие	Ag > Hg > Cd > Cu, Pb, Co, Zn, Be > Mn, Zn, Ni, Fe, Cr > Sr > Cs, Zn, Al

Токсичное действие тяжёлых металлов может быть прямым и косвенным. В первом случае блокируются ферменты, что приводит к уменьшению либо к прекращению их каталитического действия.

Косвенное влияние тяжёлых металлов на организм проявляется в переводе питательных веществ в недоступное состояние и создании «голодной» среды.

Наиболее опасными считаются подвижные формы тяжёлых металлов в почве, что в значительной степени зависит от почвенно-экологических факторов (содержание органического вещества, кислотность и плотность почв, окислительно-восстановительные условия и т. д.).

Восемь металлов – ртуть (Hg), кадмий (Cd), свинец (Pb), мышьяк (As), стронций (Sr), медь (Cu), цинк (Zn), железо (Fe) – объединённая комиссия ФАО

и ВОЗ включила в число тех компонентов, содержание которых контролируется при международной торговле продуктами питания (1985 г.). В РФ подлежат контролю ещё 6 химических элементов: сурьма (Sb), никель (Ni), хром (Cr), алюминий (Al), фтор (F), йод (I).

Наиболее опасными признаны ртуть, кадмий, свинец и мышьяк.

**Ртуть** – классический токсикант, в экологический круговорот вовлекается техногенным путём, накапливается в растениях, организме животных и человека.

Источники ртути – органические фунгициды, отходы предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, сточные воды, активный ил очистных сооружений, компосты из твёрдых бытовых отходов, люминесцентные лампы.

Ртуть – яд кумулятивного действия. В организме животных накапливается в основном в печени и почках, вызывая необратимые повреждения их клеток при достижении определенной концентрации.

Механизм токсического действия ртути связан с её взаимодействием с сульфгидрильными группами белков. Блокируя их, она изменяет свойства или инактивирует ряд жизненно важных ферментов. Неорганические её соединения нарушают обмен аскорбиновой кислоты, пиридоксина, кальция, меди, цинка, селена. Органические соединения изменяют обмен белков, цистеина, аскорбиновой кислоты, токоферолов, железа, меди, марганца, селена.

**Кадмий** – высокотехногенный элемент. В чистом виде в природе не встречается, а является сопутствующим продуктом при получении цинка и меди. В воздух он поступает вместе со свинцом при сжигании топлива на ТЭЦ и с газовыми выбросами предприятий, производящих или использующих кадмий. Используется в химической и металлургической промышленности, автомобилестроении и самолетостроении.

В большом количестве этот элемент накапливается в растениях; его обнаруживают за сотни километров от предприятий-загрязнителей. При длительном поступлении кадмия с кормом в организме животных он накапливается в основном в печени, почках и семенниках, в незначительных количествах – в мы-

шечной ткани. При этом отмечается снижение поедаемости кормов, уменьшается прирост живой массы животных, происходят дегенеративные изменения в семенниках и др.

Механизм токсического действия кадмия связан с блокадой сульфгидридных групп белков. Он является также антагонистом цинка, кобальта, селена, ингибируя активность ферментов, содержащих указанные металлы, способен нарушать обмен железа и кальция.

В организм человека 80% кадмия поступает с пищей, 20% – через лёгкие из атмосферы и при курении. Это наиболее токсичный элемент, разрушает печень, почки, кальций в костях, вызывает перерождение сердца.

**Свинец** – один из самых распространенных и одновременно опасных элементов в токсикологическом отношении.

При постоянном поступлении свинца с кормом он накапливается в основном в костях, в волосяном покрове, печени, почках и незначительно – в мышечной ткани.

Механизм токсического действия свинца определяется по двум основным направлениям:

1. Блокада функциональных SH-групп белков, что приводит к ингибированию многих жизненно важных ферментов. Наиболее ранний признак свинцовой интоксикации (сатурнизма) – снижение активности гидратазы дельтааминолевулиновой кислоты – фермента, катализирующего процесс формирования протобилиногена и гемсинтетазы;

2. Проникновение свинца в нервные и мышечные клетки, образование лактата свинца в результате взаимодействия с молочной кислотой, затем фосфатов свинца, которые создают клеточный барьер для проникновения ионов кальция в нервные и мышечные клетки. Развивающиеся на основе этого парезы, параличи служат признаками свинцовой интоксикации.

С пищей взрослый человек получает ежедневно 0,1-0,5 мг свинца, с водой около 0,02 мг. Общее его содержание в организме составляет 120 мг. Из организма выводится с фекалиями 90% свинца, а остальное количество – с мочой и

другими биологическими жидкостями. Биологический период полувыведения свинца из мягких тканей и органов – около 20 дней, из костей – до 20 лет.

**Мышьяк.** Данные о канцерогенности мышьяка и его неорганических соединений основаны на клинических наблюдениях (производства, получения и применения мышьяка и его соединений). Канцерогенность мышьяка в эксперименте на животных окончательно не доказана. Мышьяк при длительном контакте (извлечение его из руд, производство и применение инсектицидов, гербицидов) может быть причиной рака кожи, легких, придаточных пазух, печени, желудочно-кишечного тракта.

### ***Нитраты, нитриты, нитрозоамины***

Основными питательными веществами растений являются нитраты, так как они содержат главный строительный материал для них – азот. В почве они образуются в процессе минерализации органического вещества под воздействием нитрифицирующих бактерий. Содержание их в растениях невысокое, однако их обнаруживают во всех выращиваемых культурах. В организме растений они восстанавливаются в аммоний, который участвует в образовании аминокислот и белковых веществ.

Нитраты не обладают высокой токсичностью. Они есть в любом организме (растительном и животном), являясь нормальными метаболитами (промежуточные продукты обмена веществ в живых клетках). В результате деятельности в почве нитрифицирующих и денитрифицирующих бактерий вследствие промежуточного окисления аммиака и восстановления нитратов образуются нитриты, которые в несколько раз токсичнее нитратов. Содержание их в растениях невелико. Резко увеличивается количество нитритов в процессе длительного оттаивания замороженной продукции при комнатной температуре. Накоплению их способствуют микроорганизмы *E. coli* и *P. fluorescens*.

Нитриты используют для посола мяса и рыбы, консервирования колбасных и мясных изделий, рыбной продукции. Обработанное мясо приобретает розово-красный цвет, в нём не образуются опасные бактериальные яды (например, ботулизма). Но безопасность такого способа использования нитритов сомнительна, хотя в некоторых странах продолжают его применять.

При воздействии повышенных количеств нитратов и их производных на организм человека происходит:

- нарушение иммунного статуса;
- метгемоглобинообразование;
- нарушение функций ферментных систем;
- действие на функции центральной нервной, сердечно - сосудистой, эндокринной систем, обмен веществ;
- канцерогенное действие нитрозоаминов, образовавшихся в организме;
- снижение устойчивости организма к действию канцерогенных, мутагенных и других факторов.

В организме животных и человека они взаимодействуют с гемоглобином, образуя метгемоглобин, который не способен связывать и переносить кислород в организме. В результате наступает кислородное голодание тканей. Хроническое воздействие нитритов вызывает снижение в организме витаминов А, Е, С, В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, что уменьшает устойчивость его к инфекционным болезням.

Нитраты и нитриты способны аккумулироваться в органах и тканях, отрицательно влияя на качество животноводческой продукции.

Из нитритов в организме в присутствии различных аминов образуются нитрозоамины, 80% которых обладают канцерогенным, мутагенным и тератогенным действием. Нитрозоамины могут образовываться и в окружающей среде (в почве, растениях и воде), а также в продуктах, в тёмном старом пиве, табачном дыму и т. д. В организм они попадают экзогенным путём и вследствие эндогенного синтеза (эндогенный путь).

Болезни желудочно-кишечного тракта и глистные инвазии могут инициировать эндогенный синтез нитрозосоединений. Многие нитрозоамины даже при небольших концентрациях способны вызвать у животных опухоли различных органов.

Ниже приведена канцерогенность N-нитрозосоединений (таблица 9).



Таблица 9

Н-нитрозосоединения	Орган
Диалкилнитрозоамины, циклические нитрозоамины	Печень
Диалкилнитрозоамины	Почки и мочевого пузыря
Циклические нитрозоамины	Органы дыхания, пищевод
Ацилалкилнитрозоамины	Нервная система

Нитрозоамины, распадаясь в организме, превращаются в электрофильные продукты, алкилирующие нуклеиновые кислоты и белки. Главной мишенью в мутагенезе служит ДНК.

Нитрозоамины накапливаются в основном в капусте, свекле кормовой и моркови. Указанные азотистые соединения можно обнаружить в молоке, мясе и другой сельскохозяйственной продукции.

Уменьшить содержание нитрозоаминов в организме до допустимой концентрации можно только путём проведения ветеринарно-санитарных, гигиенических и технологических мероприятий.

### ***Радионуклиды***

На агроэкосистемы воздействуют радионуклиды природного радиационного фона (естественные) и техногенные (связанные с деятельностью человека). Основные источники приведены в таблице 10.

Таблица 10

Источник	Вид излучения	Длительность и характер облучения	Площадь действия	Воздействие на организм и сообщества
Естественная (фоновая радиация)	$\alpha, \beta, \gamma$	Миллиарды лет	Весь земной шар	Генетическое
Ядерные энергетические установки без надежной защиты и мощные сосредоточенные источники нейтронного и $\gamma$ -излучения	$\eta, \gamma$	Периодическое	Сотни гектаров	Лучевое поражение

Продолжение таблицы 10

Радиоактивные отходы: <i>газообразные</i>	$\alpha, \beta, \gamma$	Хроническое	Сотни квадратных километров	Отдаленные генетические и соматические эффекты
<i>жидкие и твердые</i>	$\alpha, \beta, \gamma$	Хроническое	Сотни гектаров	Лучевое поражение
Аварийные выбросы: излучение из радиоактивной облака	$\alpha, \beta, \gamma$	Острое	Несколько гектаров	Лучевое поражение
Ядерные испытания, мгновенное излучение	$\eta, \gamma$	Острое	Несколько квадратных километров	Лучевое поражение
Локальное выпадение радиоактивных осадков	$\alpha, \beta, \gamma$	Преимущественно в течение недели	Несколько квадратных километров	Лучевое поражение
Мгновенное излучение в случае нанесения ядерных ударов	$\eta, \gamma$	Острое	Тысячи квадратных километров	Лучевое поражение
Загрязнение долгоживущими нуклидами стратосферных и локальных выделений	$\alpha, \beta, \gamma$	Хроническое	Весь земной шар	Лучевое поражение, неизбежны отдаленные генетические последствия

У радионуклидов очень длительный период полураспада. Наиболее важные из них калий ( $^{40}\text{K}$ ), *тяжёлые радионуклиды*: уран ( $^{238}\text{U}$ ), торий ( $^{232}\text{Th}$ ) и продукты их распада, а также поступающие из воздушной среды на землю  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$  и др. К *техногенным радионуклидам* относятся продукты деления урана и плутония: стронций ( $^{90}\text{Sr}$ ), йод ( $^{131}\text{I}$ ), цезий ( $^{137}\text{Cs}$ ), а также *металлы с наведённой активностью*: марганец ( $^{54}\text{Mn}$ ), железо ( $^{55, 59}\text{Fe}$ ), кобальт ( $^{60}\text{Co}$ ), цинк ( $^{65}\text{Zn}$ ), трансураниевые радионуклиды: плутоний ( $^{239}\text{Pu}$ ), америций ( $^{241}\text{Am}$ ) и др.

К радиоактивным загрязнителям биосферы вследствие антропогенных воздействий относятся и такие нуклиды, как: водород ( $^3\text{H}$ ), углерод ( $^{14}\text{C}$ ),

стронций ( $^{90}\text{Sr}$ ), цезий ( $^{137}\text{Cs}$ ), уран ( $^{238}\text{U}$ ), радий ( $^{226}\text{Ra}$ ), радон ( $^{222}\text{Rn}$ ), полоний ( $^{210}\text{Po}$ ), плутоний ( $^{239}\text{Pu}$ ).

Приоритетными загрязнителями являются цезий ( $^{137}\text{Cs}$ ) и стронций ( $^{90}\text{Sr}$ ). Это наиболее опасные продукты деления тяжёлых радиоактивных элементов. Они обладают высокой биологической активностью и подвижностью, которая обусловлена тем, что цезий и стронций – близкие химические аналоги кальция и калия и очень сходны по поведению в биологических системах.

В загрязнённых радионуклидами агроэкосистемах растения подвергаются одновременно внешнему (от находящихся вне растений источников ионизирующих излучений) и внутреннему (от инкорпорированных в тканях радионуклидов) облучению. При этом биологические эффекты зависят от дозы облучения. Так, при дозе для семян – 5-10 Гр, а для вегетирующих растений – 0,5 Гр рост и развитие растений ускоряются. При высоких радиационных дозах может наступить их гибель.

Источниками внешнего облучения человека и животных являются радионуклиды, распределённые в окружающей среде, а внутреннего – радионуклиды, поступившие в их организм с пищей и водой, а также с воздухом и через кожные покровы. Радионуклиды могут накапливаться в органах и тканях, что вызывает дополнительное облучение соответствующих участков организма.

### ***Микотоксины***

*Микотоксины* – ядовитые продукты метаболизма плесневых грибов – относятся к классу природных токсинов, способных вызывать тяжёлые болезни животных и человека.

К грибам, паразитирующим на живых растениях, относятся головневые, ржавчинные, из рода фузариум и др.

Грибами, образующими микотоксины, поражается в основном растительная продукция. В процессе роста на кормах и продуктах питания они вызывают их порчу. Оптимальные условия для продуцирования микотоксинов: температура 30°C, влажность 85%.

В настоящее время выявлено и описано более 350 видов токсинообразующих грибов и свыше 300 видов токсинов.

Микотоксины обладают токсическим эффектом в чрезвычайно малых количествах. Они могут проникать вглубь субстрата, на котором растет плесень, не изменяя его вида и консистенции.

Большинство микотоксинов обладает иммунодепрессивными, мутагенными и канцерогенными свойствами, то есть они относятся к особо опасным природным загрязнителям продовольственного сырья и пищевых продуктов. Микотоксины могут загрязнять продукты не только растительного, но и животного происхождения, проникая в них глубже, чем мицелий плесневого гриба.

В организм животных плесневые грибы могут поступать через дыхательные пути, алиментарным путём, при попадании на кожу или слизистые оболочки. В результате у животных (и человека) могут развиваться микозы и микотоксикозы. *Микоз* – это болезнь, когда попавшие в организм грибы прорастают и размножаются в его тканях и органах. Примером является стригущий лишай – трихофития или дерматомикоз. Микотоксикозы возникают в результате действия токсинов, выделяемых плесневыми грибами, сами же грибы не способны паразитировать в тканях и органах.

В основных сельскохозяйственных регионах страны (Северный Кавказ, Поволжье, Центрально-Черноземный регион, Западная Сибирь и Южный Урал) возрастает поражённость пшеницы, ячменя, кукурузы и риса токсигенными штаммами возбудителей фузариоза и аспергиллёза.

При этом образование и накопление токсикантов в зерне происходит как во время вегетации растений, так и при хранении зерна в неблагоприятных условиях (в плохо приспособленных помещениях). Зерно загрязняется микотоксинами, кормовая ценность продуктов его переработки, используемых в рационах для свиней, птицы, молодняка животных, снижается. Следует отметить, что растения могут быть заражены одновременно несколькими видами токсигенных грибов, что взаимно усиливает выработку токсинов. Поэтому качество сельскохозяйственных культур ухудшается сильнее, чем при заражении грибами одного вида.

Грубые корма чаще поражаются грибами *Stachibotrys*, *Dendrodochium*,

*Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*. В грубых кормах грибы могут развиваться при относительно низкой температуре (+3...–5°C). В скошенных травах прекращается фотосинтез, и масса при определенных температуре и влажности является хорошей питательной средой для развития грибов. В результате их жизнедеятельности ухудшается качество грубых кормов, снижается содержание углеводов, белков, крахмала и жира. Поэтому грубые корма, предназначенные для хранения, должны быть хорошо высушенными. Влажность сена из злаковых трав не должна превышать 15%, бобовых – 17%, соломы – 15%.

Сену свойственны гигроскопичность и сорбционность. По этой причине влажность сена в зависимости от состояния воздушной среды меняется в различное время года и даже в течение дня, если оно хранится под открытым небом. Грубые корма с повышенной влажностью нередко подвергаются самосогреванию, причём сено чаще, чем солома.

Увеличивается количество грибов, что ведёт к пыльности кормов. Поэтому необходимо поддерживать допустимую влажность кормов при их заготовке и хранении. Чаще увлажняются слои кормов, лежащие на земле. Поэтому во избежание поражения грибами перед скирдованием надо подстилать солому или хворост; скирды закрывать полиэтиленовой пленкой.

Очень чувствительно к влаге зерно. Увеличение влажности, потеря сыпучести, слеживание и самосогревание – признаки неудовлетворительного хранения зерна.

Основное условие хранения зерна – поддержание его влажности, обеспечивающей в нем наименьшую активность биологических процессов. Влажность зерна при хранении не должна превышать 14%. Зерно с влажностью 12-14% может храниться длительное время (независимо от температурных условий). Фуражное зерно с влажностью до 20% при 7-10°C сохраняется до 6 мес. Если зерно с высокой влажностью хранят в герметических хранилищах, то вследствие быстрого использования кислорода и накопления углекислого газа происходит его аутоконсервация. В таких условиях не развиваются грибы и сохраняются кормовые свойства зерна.

Для сохранения качества фуражного зерна используют консерванты (например, пиросульфит натрия). При добавлении 15 кг этой соли на 1 т зерно сохраняется 70-120 дней.

Ежегодно при хранении портится до 30% зерна. Испорченное зерно, как правило, используют в корм животным, что приводит к токсикозам, потере продуктивности, отходам животных.

Грибы растут интенсивно на обломках зёрен, на разной зерновой примеси, поэтому примеси надо удалять просеиванием. Такая очистка зерна, в том числе от семян ядовитых растений и обломков зерна, и сушка повышают стойкость зерна при хранении; если в нём были токсины, то концентрация их снижается до допустимой нормы. В партиях рассыпных комбикормов возможно гнёздное самосогревание. Такой очаг удаляют, а комбикорм охлаждают перелопачиванием или применяют соответствующие механизмы. При повышении температуры в затаренном комбикорме штабеля разбирают, проветривают, охлаждают или перетаривают. Такой комбикорм используют только после проверки на безвредность.

### *Диоксины*

Диоксины – это техногенные загрязнители. Они в миллион раз токсичнее цианистого калия, яда кураре и боевых отравляющих веществ.

Общая их токсичность составляет  $3,1 \cdot 10^{-9}$  моль/кг; яда кураре  $7,2 \cdot 10^{-7}$ , стрихнина  $1,5 \cdot 10^{-6}$ , боевых отравляющих веществ  $1,6 \cdot 10^{-5}$  моль/кг.

Лишь минимальные летальные дозы ядов, вырабатываемых возбудителями ботулизма и дифтерии ( $3,3 \cdot 10^{-11}$  и  $4,2 \cdot 10^{-12}$ ), превышают токсичность диоксинов и фуранов.

Экологическая опасность диоксинов и фуранов была установлена 26 мая 1971г., когда в американском городке Таймз Бич (штат Миссури) для уменьшения пыли при скачках на грунт ипподрома разбрызгали примерно  $10\text{м}^3$  химических отходов, названных техническим маслом.

Через несколько дней ипподром был усеян мертвыми птицами. Заболели наездник и три лошади, а в июне пали 29 лошадей, 11 кошек и четыре собаки. В

августе того же года заболело несколько взрослых и детей, после чего было проведено расследование, в результате которого в грунте ипподрома были обнаружены диоксины и фураны в концентрациях от 30 до 53 м.д. или ppm (ppm – 1 часть на миллион, например, 1 мг/кг.). В итоге все жители Таймз Бич были эвакуированы.

Так называемое техническое масло оказалось отходом при производстве 2,4,5-трихлорфенола VIII, который использовали в качестве промежуточного продукта при производстве 2,4,5 - трихлорфеноксиуксусной кислоты IX. Препарат IX применяли во время войны во Вьетнаме как дефолиант (гербицид, вызывающий опадание листьев), известный под торговой маркой 2,4,5-Т «Оранжевый реагент».

К диоксинам относится большая группа ароматических трициклических соединений, в которых содержится от 1 до 8 атомов хлора – полихлорированные дибензодиоксины ПХДД. Родственными химическими соединениями их являются полихлорированные дибензофураны ПХДФ и полихлорированные бифенилы ПХБ. Последние могут присутствовать одновременно с диоксинами в компонентах окружающей среды, кормах и продуктах питания, накапливаясь в жировой ткани животных и человека.

### ***Бактериальные токсины***

Токсины, продуцируемые бактериями, делят на эндотоксины и экзотоксины.

*Эндотоксины* выделены из грамотрицательных бактерий после их гибели и разрушения. Состав их определен комплексом липополисахаридов с белками, которые находятся в наружных слоях клеточной стенки бактерий. Для таких токсинов характерна низкая специфичность действия.

*Экзотоксины* выделяются бактериями в окружающую среду при их жизни и не связаны со строением соответствующих микроорганизмов.

Токсины этой группы – белки, чувствительные к нагреванию. Они оказывают на организм специфическое действие, характерное для той или иной болезни.

В настоящее время есть данные, свидетельствующие о том, что многие экзотоксины высвобождаются только после гибели или лизиса (разрушения) бактерий. В таблице 11 приведена сравнительная характеристика эндотоксинов и экзотоксинов.

Таблица 11

Эндотоксины	Экзотоксины
Прочно связаны с микробной клеткой	Легко проникают в окружающую среду из микробных клеток
Менее ядовиты	Яды высшей активности
Чаще липосахариды в соединении с белком	Представляют собой белки
Термостабильны	Термолабильны
Сравнительно устойчивы к действию протеолитических ферментов	Разрушаются протеолитическими ферментами
Формалин мало понижает токсичность	Под воздействием формалина переходят в анатоксины

**Пищевые токсикоинфекции.** Это болезни, вызываемые совместно бактериями и их токсинами (эндотоксинами), образующимися при отмирании и разложении бактерий в пищевых продуктах и желудочно-кишечном тракте. Нередко по типу пищевых токсикоинфекций протекают болезни, вызываемые сальмонеллами (брюшной тиф, паратифы А и В), эшерихиями, патогенными йерсиниями и др.

Пищевые токсикоинфекции развиваются после попадания возбудителей от больных людей, животных или бактерионосителей в пищевые продукты. Токсикоинфекции возникают только после употребления пищевых продуктов, содержащих живые микроорганизмы в большом количестве (не менее  $10^7$ - $10^8$  в 1 г). Заболевание начинается внезапно после короткого инкубационного периода (от 2 до 48 ч).

Интенсивное обсеменение условно-патогенными бактериями региональных лимфатических узлов кишечника и разрушение их ведут к высвобождению значительного количества эндотоксина. Действие его на желудочно-кишечный



тракт вызывает воспалительный процесс, нарушение всасывающей способности кишечника и перистальтики, синтеза простагландинов и других биологически активных соединений.

С поглощением эндотоксина появляются общетоксические признаки: слабость, головная боль, повышение температуры, нарушение функций сердечно-сосудистой и нервной систем. Заболевание начинается с явлений гастроэнтерита – тошноты, рвоты, поноса, болей, вздутия и урчания в животе, частого жидкого стула. Продолжительность болезни – 1-3 дня. Часть переболевших остаётся бациллоносителями иногда на многие месяцы или годы.

***Пищевые токсикозы (интоксикации).*** В их возникновении важную роль играют не сами возбудители, а выделяемые ими токсины (экзотоксины). Следовательно, поступление бактериальных клеток в организм вместе с пищей не является обязательным условием для возникновения пищевого отравления. Токсин, выделенный микроорганизмом вместе с продуктом, поступает в желудочно-кишечный тракт, откуда всасывается в кровь и начинает проявлять своё действие, вызывая симптомокомплекс пищевого отравления. Болезнь протекает как острый гастроэнтерит: тошнота, рвота, боли в животе, понос, повышение температуры, головная боль. Интоксикация всегда начинается с тошноты и рвоты, понос необязателен, температура повышается редко.

Выздоровление при токсикозах наступает более быстро, внезапно (за исключением ботулизма!) и без последующего бациллоносительства; при токсикоинфекциях заболевание длится продолжительнее (иногда 3-5 дней и более). После выздоровления может некоторое время наблюдаться бактерионосительство. Летальный (смертельный) исход незначителен (менее 1%, кроме ботулизма).

Пищевые отравления имеют чётко выраженную сезонность: возникают весной и летом (ботулизм – осенью и весной).

Отравления чаще всего связаны с нарушениями технологического и санитарного режимов приготовления, хранения и реализации продуктов.

### 3 Пути экологизации производства

Для выработки экологически безопасных пищевых продуктов требуется экологически безопасное сырьё, которое можно получить только при условиях, обеспечивающих соответствующее состояние окружающей среды (почвы, воды, воздуха, флоры), а также состояние здоровья животных. Продукты должны быть биологически полноценными, т. е. их химический и биологический состав должен обеспечивать нормальный обмен веществ в организме человека.

«Чистота» сельскохозяйственных культур определяется самоочищающейся и буферной способностью почвы, что в значительной степени зависит от содержания в ней гумуса, кислотности, плотности, гранулометрического и минерального состава, окислительно-восстановительной реакции.

В самоочищении почвы большую роль играет гумус. Он не только сорбирует вещества, но и активизирует почвенную биоту, нормализует структуру микробного ценоза. Поэтому на почвах подзолистого типа, бедных органическими веществами, экологическая опасность выращиваемых культур значительно выше, чем на черноземах.

Кислотность почвы влияет на растворимость токсикантов и их поступление в растения. В почвах, реакция которых близка к нейтральной, опасность загрязнения их (например, Тяжёлыми металлами) снижается.

С повышением как кислотности, так и щелочности растворимость тяжёлых металлов возрастает и миграция их в растения увеличивается.

Кислотность почвы влияет на структуру микробного ценоза, снижая или повышая его активность. Для получения безопасной продукции очень важно учитывать фактическую кислотность почв при размещении сельскохозяйственных культур.

В случае избыточной кислотности требуется известкование почвы.

Гранулометрический и минеральный состав почвы влияет на ёмкость катионного обмена, определяющую подвижность токсикантов, а следовательно, степень поступления их в растения. Так, на почвах, гранулометрический состав

которых характеризуется большой площадью, поверхность частиц, ёмкость катионного обмена выше, что уменьшает подвижность токсикантов и поступление его в растения.

Сельскохозяйственные культуры, выращиваемые на почвах, в состав которых входят минеральные вещества с невысокой ёмкостью катионного обмена (например, каолиниты), легче загрязняются токсикантами, чем выращенные на почвах, содержащих минеральные вещества монтмориллонитовой группы.

На переувлажнённых почвах (глееватых, глеевых) возрастает опасность загрязнения сельскохозяйственной продукции тяжёлыми металлами вследствие увеличения их подвижности. Избыток воды в почве способствует появлению в ней металлов с низкой валентностью в более растворимой форме. Почвы с нарушенным гидрологическим режимом следует использовать для выращивания сельскохозяйственных культур только после мелиоративных работ.

С уплотнением почвы увеличивается подвижность тяжёлых металлов, что делает опасным выращивание сельскохозяйственных культур.

Так, с увеличением плотности почвы с 0,6-1 до 1,3-1,5 г/см<sup>3</sup> подвижность тяжёлых металлов возрастает в несколько раз.

На качество выращиваемой сельскохозяйственной продукции влияют населяющие почву живые организмы, особенно микробиота. Дальнейшее поведение токсикантов, попавших в почву, зависит от активности и структуры микробных ценозов, которые определяют самоочищающую способность почвы, взаимосвязанную с почвенноэкологическими факторами. Поэтому, например, пестициды наиболее интенсивно изменяются в черноземах, характеризующихся высоким содержанием гумуса, благоприятной реакцией среды, повышенной биологической активностью и микробным разнообразием. Черноземные почвы способны также противостоять действию поступающих в почву токсикантов, т. е. обладают хорошей буферностью.

Следовательно, сохранение и увеличение содержания гумуса в почве, осушение и разуплотнение её – важнейшие условия выращивания экологически безопасных сельскохозяйственных культур.

Проблема получения экологически безопасной продукции растениеводства заключается в снижении содержания ксенобиотиков и повышении биологического качества сельскохозяйственных культур. Решение этой проблемы возможно по трём направлениям.

1. Подбор культур и сортов (особенно при повышенном содержании в почве радионуклидов), обеспечивающих получение безопасной растениеводческой продукции.

2. Выбор почвы и условий рельефа, оптимальных для культуры и сорта и минимизирующих накопление в них ксенобиотиков. Контурно-экологические севообороты позволяют наиболее полно учитывать почвенные условия возделывания конкретной сельскохозяйственной культуры и её биологические особенности.

3. Совершенствование технологии возделывания сельскохозяйственных культур, научно обоснованное применение пестицидов, микро- и макроудобрений. Для получения экологически безопасной продукции необходимо соизмерять внесение удобрений со способностью культуры ассимилировать содержащиеся в них питательные элементы без загрязнения продовольственной и фуражной продукции вредными веществами, а нагрузки пестицидов на сельскохозяйственный ландшафт – с интенсивностью физико-химических и биологических процессов их деструкции в окружающей среде и продуктах урожая.

Для получения экологически безопасной растениеводческой продукции необходимы:

- ресурсосберегающие и природоохранные технологии, создание на их базе замкнутых оборотных и безотходных производственных циклов на животноводческих предприятиях и на мелиоративных системах, а также на предприятиях перерабатывающей промышленности;

- оптимизация природных механизмов регулирования численности вредителей, сорняков и возбудителей болезней сельскохозяйственных культур; на базе адаптивных агроландшафтов интегрированная защита растений;

- эффективное управление биологическими процессами, создание экосистем и ландшафтов с заданными свойствами.

С целью минимизации обработки почвы при загрязнении её радионуклидами применяют известкование, внесение фосфорно-калийных удобрений, микроудобрений и др.

Большое значение имеют мероприятия по защите окружающей среды и сельскохозяйственного производства от химического и микробиологического загрязнения. При существующей системе земледелия значительная часть площади сельскохозяйственных угодий эродирована, переуплотнена, загрязнена и т. д. Ежегодная интенсивная обработка почвы тяжеловесными машинами, нерациональное применение удобрений и ядохимикатов отрицательно влияют на экологическую систему почва – растение – животное – человек, что приводит к снижению плодородия почв, продуктивности полей, химическому загрязнению производимого сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов.

Таким образом, производство экологически безопасной продукции является важнейшей компонентой социально-экономического развития.

### ***Севооборот***

Для предотвращения почвы от эрозии необходимо:

- включать в севооборот многолетние бобовые травы (25-40% площади); при этом потери от эрозии в 3-8 раз меньше, чем при традиционной системе;
- использовать разнообразные культуры, отличающиеся основными характеристиками (биология развития, повреждаемость вредителями, поражаемость болезнями, конкурентоспособность, мощность корневой системы, интенсивность поглощения отдельных элементов питания, влаги и др.);
- не допускать длительных периодов «парования» пашни;
- включать в севооборот хотя бы одну промежуточную культуру, используемую в качестве сидератного удобрения или в кормовых целях;
- создавать гибкость севооборота для вынужденной замены той или иной культуры при экстремальных условиях.

### ***Особенности обработки почвы***

В органическом земледелии целесообразна только поверхностная обработка почвы без оборота пласта, что содействует биологической активности

почв (растительные остатки и навоз, заделанные в верхний слой, способствуют активному развитию микрофлоры). Неглубокая вспашка почвы (15-20 см) рекомендуется только в том случае, если ее нельзя избежать, например при обработке пласта.

### ***Применение удобрений и плодородие почв***

Рекомендуется восполнять элементы питания в основном за счёт трёх источников: различных органических удобрений, труднорастворимых минеральных веществ и азотфиксирующих растений. В обеспечении энергетическим материалом микрофлоры (следовательно, и в поддержании продуктивной способности почвы), в снабжении растений питательными веществами основная роль принадлежит органическим удобрениям. Органические удобрения рекомендуется использовать с ферм, где производство продукции животноводства организовано на биологических принципах. Критерием применения этих удобрений является норма внесения на 1 га севооборотной площади, обеспечивающая бездефицитный баланс гумуса в почве.

### ***Подбор культур и сортов; семеноводство***

В условиях земледелия целесообразно использовать сорта, устойчивые к вредителям, болезням и экстремальным погодным условиям.

Они должны иметь относительно высокую продуктивность при низком уровне внесения химических средств. Семена рекомендуется завозить из тех сельскохозяйственных предприятий, в которых производство их организовано на биологических принципах. Запрещается использовать семена, обработанные химическими протравителями, за исключением частных случаев (например, установлено, что необработанные семена не взойдут).

### ***Защита растений от вредителей и болезней***

В борьбе с вредителями и болезнями большое значение придается механизму саморегулирования агроэкосистемы. Решающее значение

имеют севооборот и правильное чередование культур в нём, а также агротехнические приёмы по уходу за растениями. Очень важно сбалансированное внесение удобрений, использование сидератных культур, смешанных посевов

сельскохозяйственных культур, расширение посевов растений, устойчивых к вредителям и болезням, сохранение полезных организмов (энтомофагов) против вредителей растений, грибов, бактерий, нематод и вирусов, а также насыщение агрофитоценозов полезными организмами. При этом необходимо снижать плотность популяции вредных организмов до экономически безопасного уровня.

### ***Борьба с сорняками***

При освоении альтернативного метода ведения земледелия неизменными условиями успеха являются предотвращение заноса на поля новых семян сорняков, уничтожение имеющихся в почве жизнеспособных семян и органов вегетативного размножения сорняков, подавление и уничтожение растущих сорняков в посевах культур и естественных кормовых угодьях. В качестве предупредительных мер рекомендуются следующие:

- применение для посева тщательно очищенных от сорняков семян;
- скармливание животным отходов очистки семенного и продовольственного зерна и других продуктов с предварительной механической и термической обработкой;
- обкашивание участков, межей, обочин полей до обсеменения сорных растений;
- содержание в чистом состоянии всех сельскохозяйственных машин, особенно уборочной техники;
- рыхлое хранение навоза с целью уничтожения жизнеспособных семян сорняков при самосогревании;
- своевременная уборка зерновых культур на низком срезе (уменьшение высоты среза с 20 до 10-12 см сокращает количество осыпавшихся семян сорняков примерно в 10 раз).

В борьбе с сорняками применяют следующие высокоэффективные приёмы:

- включение в севооборот пожнивных культур, обладающих способностью биологического подавления сорняков и оздоровления почвы;
- сочетание различных по глубине и интенсивности основных, предпосевных и междурядных обработок;

- применение специальных машин, использование мульчирующих веществ, соблюдение густоты стояния растений.

### *Система машин*

Основными требованиями, реализуемыми при подборе рабочих машин, являются энергосбережение, экономическая эффективность, обусловленная в первую очередь высокой производительностью машин и орудий, а также экологичность как показатель качества выполняемых технологических операций. При этом приоритет принадлежит экологичности и экономичности техники. Почвообрабатывающие машины и орудия должны обеспечивать эффективное уничтожение сорняков, особенно многолетних, благоприятное сложение пахотного и корнеобитаемого слоев почвы, повышать ее противоэрозионную устойчивость.

Критерием экологичности машин и орудий является уровень уплотняющего воздействия на почву по контактному давлению и расчетному напряжению на глубину 0,5 м. С современной интенсификацией сельскохозяйственного производства, повышения энерго- и материалоемкости сельскохозяйственных тракторов и самоходных машин, применения широкозахватных машинных комплексов по этому критерию все чаще возникают вопросы к производителям техники.

Учитывая возможности современных технологий необходимо указать, что применение робототехники будет положительно влиять на экологизацию сельскохозяйственного производства.

Базируясь на том, что растениеводство является ведущей отраслью России можно сделать вывод, что с целью укрепления занятых позиций необходимо внедрение систем автоматизации и роботизации именно в этой отрасли.

По существующей нормативной документации [13] «робот (robot): Исполнительное устройство с двумя или более программируемыми степенями подвижности, обладающее определенным уровнем автономности и способное перемещаться во внешней среде с целью выполнения поставленных задач».

Таким образом, робот выполняет необходимые технологические опера-



ции с различным уровнем контакта оператора с ним. Минимальный контакт оператора будет наблюдаться при запуске в работу, дозаправке, подзарядке составных модулей, замене или обслуживании рабочих органов робота. Максимальное взаимодействие оператора и робота будет наблюдаться при постоянном дистанционном управлении роботом.

Безусловно наиболее эффективно с позиции минимизации человеческого труда будет применение роботов с адаптивным управлением, которое подразумевает под собой «режим управления, при котором параметры системы управления настраиваются в зависимости от условий, выявляемых в процессе выполнения задания» [14]. Так же значительно распространена сенсорная система управления, которая определена сигналами сенсоров. Одна из наиболее распространенных систем позиционирования в пространстве это инерциальная навигационная система, получающая данные о расположении, например, от гироскопа, акселерометра, компаса [15].

По мобильности выделяют следующие роботы и робототехнические устройства:

- мобильные;
- стационарные.

По области применения в сельском хозяйстве бывают:

- полевые наземные роботы (подготовка и анализ почвы, посадка/посев, уход за урожаем, сбор урожая, пастухи);
- воздушные роботы (анализ и уход за урожаем, анализ сельхозугодий);
- сервисные (доильные, логистические, раздача и подравнивание кормов, удаление навоза, стрижка овец).

Проведя анализ российских разработчиков и производителей роботов и робототехнических устройств для сельского хозяйства [16], можно выделить следующие наиболее распространенные:

- ООО «АВРОРА РОБОТИКС» [17];
- ARS Smart Robotics [18];
- ООО «Когнитив роботикс» [19];

- ИИПРУ КБНЦ РАН (Институт информатики и проблем регионального управления Кабардино-Балкарского научного центра РАН и Северо-Кавказского НИИ горного и предгорного садоводства) [20];
- Технологический институт ЮРГИ [21];
- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный университет» (Астраханский государственный университет) [22];
- ООО "ПЛАЗ" [23];
- Группа компаний «Беспилотные системы» [24];
- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии» [25].

ООО «АВРОРА РОБОТИКС» представляет проект «АгроБот». Это система автопилотирования сельскохозяйственной техники. С помощью АгроБота предполагается решать вопросы в области полевых работ.

ARS Smart Robotics предлагает использование автоматизированных систем управления сельскохозяйственными транспортными средствами. Данная концепция предполагает использование системы беспилотного управления AVIS и сервиса расчета траекторий AgroS.

ООО «Когнитив роботикс» разработала систему, отвязанную от использования спутниковой связи и широко распространенных датчиков. При имеющейся одной видеокамере оператор комбайна получает возможность сконцентрироваться на технологических операциях при уборке культуры, в то время как автоматизированная система управляет сельскохозяйственной машиной по алгоритмам минимизации затрат на топливо.

ИИПРУ КБНЦ РАН реализует семейство роботов AgroMultiBot, выполняющих определенные операции сельскохозяйственного производства.

В технологическом институте ЮРГИ реализовано несколько проектов - мобильный беспилотный самоходный комплекс "AgrY", автоматическая газонкосилка-робот «Агрю», самоходный агроробот - мотокультиватор с бензиновым ДВС.

Астраханский государственный университет представил мобильный робот для сбора томатов различной спелости на открытом грунте, который передвигается с использованием навигационного спутникового и маякового оборудования и оснащен системой компьютерного зрения.

ООО "ПЛАЗ" является научно-производственным предприятием, расположенным в г. Санкт-Петербург. В состав предприятия входит несколько конструкторских бюро, завод по производству БПЛА и электронных систем. На данный момент предприятие предлагает летательные аппараты как коптерного (мультироторного) типа, так и аппараты с неподвижным крылом (БАК Грифон-12), к преимуществам которого можно отнести протяженность маршрута до 210 км с продолжительностью полета до 3 часов.

Группа компаний «Беспилотные системы» занимается разработкой и производством БПЛА Supercam различного назначения со взлетной массой от 2,2 до 29 кг. Имеются собственные разработки в областях автоматического пилотирования, контроля управления аппаратом, радио-, фото- и видеосвязи, тепловизионного наблюдения, удержания и распознавания цели.

Московский государственный университет геодезии и картографии предложил беспилотный летательный аппарат мультироторного типа, первоначально разработанный для целей картографии, но в виду универсальности может быть использован и в сельском хозяйстве.

Как видно российские разработчики в большей степени ориентированы на разработку и производство систем, позволяющих организовать автопилотирование на уже имеющейся сельскохозяйственной технике, как с использованием спутниковой связи, так и без нее. В меньшей мере распространены полевые роботы и роботизированные устройства по подготовке почвы и сборке урожая.

Отдельной категорией стоит выделить беспилотные летательные аппараты, среди которых наметилась конкуренция. Эта категория развивается более интенсивно, на что повлияло более широкое применение БПЛА, а следовательно, и лучшее стимулирование разработок.

Широкое применение роботов и робототехнических устройств в АПК

Российской Федерации позволит вывести сельскохозяйственное производство на новый уровень, чему способствует высокая точность позиционирования данных устройств, высокая их повторяемость, возможность применения круглосуточно и всепогодно. Приведенные особенности разовьют точное земледелие, при минимизации негативного воздействия на окружающую среду. При этом появятся возможности экономии на производственных затратах.

С учетом настоящего положения дел и установленных национальных целей следует обозначить пути развития АПК России в разрезе автоматизации и роботизации оборудованием отечественного производства:

- более широкое внедрение роботов и робототехнических устройств в растениеводство, а также разработка принципиально новых устройств;
- разработка российских аналогов роботов иностранного производства, применяемых в животноводстве;
- повсеместное применение БПЛА, что потенциально даст возможность создания единой базы данных сельхозугодий (результатом должны явиться аналитические исследования актуальности применения культур с учетом районирования, применение господдержки и т.п.).

## Глоссарий

**Окружающая среда** - совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов.

**Природная среда** (далее также - природа) - совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов.

**Компоненты природной среды** - земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле.

**Природный объект** - естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства.

**Природно-антропогенный объект** - природный объект, измененный в результате хозяйственной и иной деятельности, и (или) объект, созданный человеком, обладающий свойствами природного объекта и имеющий рекреационное и защитное значение.

**Антропогенный объект** - объект, созданный человеком для обеспечения его социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов.

**Естественная экологическая система** - объективно существующая часть природной среды, которая имеет пространственно-территориальные границы и в которой живые (растения, животные и другие организмы) и неживые ее элементы взаимодействуют как единое функциональное целое и связаны между собой обменом веществом и энергией.

**Природный комплекс** - комплекс функционально и естественно связанных между собой природных объектов, объединенных географическими и иными соответствующими признаками.

**Природный ландшафт** - территория, которая не подверглась изменению в результате хозяйственной и иной деятельности и характеризуется сочетанием определенных типов рельефа местности, почв, растительности, сформирован-

ных в единых климатических условиях.

**Охрана окружающей среды** - деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, общественных объединений и некоммерческих организаций, юридических и физических лиц, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий (далее также - природоохранная деятельность).

**Качество окружающей среды** - состояние окружающей среды, которое характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными показателями и (или) их совокупностью.

**Благоприятная окружающая среда** - окружающая среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов.

**Негативное воздействие на окружающую среду** - воздействие хозяйственной и иной деятельности, последствия которой приводят к негативным изменениям качества окружающей среды.

**Природные ресурсы** - компоненты природной среды, природные объекты и природно-антропогенные объекты, которые используются или могут быть использованы при осуществлении хозяйственной и иной деятельности в качестве источников энергии, продуктов производства и предметов потребления и имеют потребительскую ценность.

**Использование природных ресурсов** - эксплуатация природных ресурсов, вовлечение их в хозяйственный оборот, в том числе все виды воздействия на них в процессе хозяйственной и иной деятельности.

**Загрязнение окружающей среды** - поступление в окружающую среду вещества и (или) энергии, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

**Загрязняющее вещество** - вещество или смесь веществ и микроорганиз-

мов, которые в количестве и (или) концентрациях, превышающих установленные для химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов нормативы, оказывают негативное воздействие на окружающую среду, жизнь, здоровье человека.

**Нормативы в области охраны окружающей среды** - установленные нормативы качества окружающей среды и нормативы допустимого воздействия на нее, при соблюдении которых обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие.

**Нормативы качества окружающей среды** - нормативы, которые установлены в соответствии с физическими, химическими, биологическими и иными показателями для оценки состояния окружающей среды и при соблюдении которых обеспечивается благоприятная окружающая среда.

**Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду** - нормативы, которые установлены в соответствии с показателями воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и при которых соблюдаются нормативы качества окружающей среды.

**Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду** - нормативы, которые установлены в соответствии с величиной допустимого совокупного воздействия всех источников на окружающую среду и (или) отдельные компоненты природной среды в пределах конкретных территорий и (или) акваторий и при соблюдении которых обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие.

**Нормативы допустимых выбросов** - нормативы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, которые определяются как объем или масса химических веществ либо смеси химических веществ, микроорганизмов, иных веществ, как показатели активности радиоактивных веществ, допустимые для выброса в атмосферный воздух стационарными источниками.

**Нормативы допустимых сбросов** - нормативы сбросов загрязняющих

веществ в составе сточных вод в водные объекты, которые определяются как объем или масса химических веществ либо смеси химических веществ, микроорганизмов, иных веществ, как показатели активности радиоактивных веществ, допустимые для сброса в водные объекты стационарными источниками.

**Нормативы предельно допустимых концентраций химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов** (далее также - **нормативы предельно допустимых концентраций**) - нормативы, которые установлены в соответствии с показателями предельно допустимого содержания химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов в окружающей среде и несоблюдение которых может привести к загрязнению окружающей среды, деградации естественных экологических систем.

**Нормативы допустимых физических воздействий** - нормативы, которые установлены в соответствии с уровнями допустимого воздействия физических факторов на окружающую среду и при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества окружающей среды.

**Временно разрешенные выбросы** - объем или масса химических веществ либо смеси химических веществ, микроорганизмов, иных веществ, разрешенные для выброса в атмосферный воздух и устанавливаемые для действующих стационарных источников в целях достижения нормативов допустимых выбросов на период выполнения плана мероприятий по охране окружающей среды или достижения технологических нормативов на период реализации программы повышения экологической эффективности.

**Временно разрешенные сбросы** - объем или масса химических веществ либо смеси химических веществ, микроорганизмов, иных веществ в сточных водах, разрешенные для сброса в водные объекты на период выполнения плана мероприятий по охране окружающей среды или достижения технологических нормативов на период реализации программы повышения экологической эффективности.

**Оценка воздействия на окружающую среду** - вид деятельности по выяв-



лению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления.

**Государственный экологический мониторинг** (государственный мониторинг окружающей среды) - комплексные наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе компонентов природной среды, естественных экологических систем, за происходящими в них процессами, явлениями, оценка и прогноз изменений состояния окружающей среды.

**Контроль в области охраны окружающей среды (экологический контроль)** - система мер, направленная на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, обеспечение соблюдения юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями требований, в том числе нормативов и нормативных документов, федеральных норм и правил, в области охраны окружающей среды.

**Требования в области охраны окружающей среды** (далее также - **природоохранные требования**) - предъявляемые к хозяйственной и иной деятельности обязательные условия, ограничения или их совокупность, установленные законами, иными нормативными правовыми актами, нормативами в области охраны окружающей среды, федеральными нормами и правилами в области охраны окружающей среды и иными нормативными документами в области охраны окружающей среды;

**Экологический аудит** - независимая, комплексная, документированная оценка соблюдения юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем требований, в том числе нормативов и нормативных документов, федеральных норм и правил, в области охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовка рекомендаций по улучшению такой деятельности.

**Наилучшая доступная технология** - технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев до-

стижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения.

**Вред окружающей среде** - негативное изменение окружающей среды в результате ее загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов;

**Экологический риск** - вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

**Объекты природного наследия** - природные объекты, природные памятники, геологические и физиографические образования и строго ограниченные зоны, природные достопримечательные места, подпадающие под критерии выдающейся универсальной ценности и определенные [Конвенцией об охране всемирного культурного и природного наследия](#).

**Объекты всемирного природного наследия** - объекты природного наследия, включенные в Список всемирного наследия.

**Экологическая безопасность** - состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий.

**Вещества, разрушающие озоновый слой** (далее - **озоноразрушающие вещества**) - химические вещества и их смеси, перечень которых определяется Правительством Российской Федерации в соответствии с международными договорами Российской Федерации в области охраны озонового слоя атмосферы.

**Обращение озоноразрушающих веществ** - производство, использование, транспортировка, хранение, рекуперация, восстановление, рециркуляция (рециклирование) и уничтожение озоноразрушающих веществ, ввоз в Российскую Федерацию и вывоз из Российской Федерации озоноразрушающих веществ.

**Рекуперация озоноразрушающих веществ** - извлечение, сбор и хранение озоноразрушающих веществ, содержащихся в машинах и оборудовании, их со-

ставных частях, контейнерах, в ходе их технического обслуживания или перед выводом их из эксплуатации.

**Восстановление озоноразрушающих веществ** - обработка рекуперированных озоноразрушающих веществ путем фильтрации, сушки, дистилляции, химической обработки в целях восстановления потребительских свойств озоноразрушающих веществ.

**Рециркуляция (рециклирование) озоноразрушающих веществ** - повторное использование рекуперированных озоноразрушающих веществ после их восстановления.

**Уничтожение озоноразрушающих веществ** - процесс разрушения озоноразрушающих веществ, приводящий к их разложению или превращению в вещества, не являющиеся озоноразрушающими веществами;

**Потребление озоноразрушающих веществ в Российской Федерации** - количество произведенных в Российской Федерации озоноразрушающих веществ и ввезенных в Российскую Федерацию озоноразрушающих веществ, за исключением количества озоноразрушающих веществ, которые:

- вывезены из Российской Федерации;
- произведены в Российской Федерации и подлежат уничтожению с применением технологий, утвержденных в порядке, установленном международными договорами Российской Федерации;
- произведены в Российской Федерации и используются исключительно как сырье для производства других химических веществ;
- произведены в Российской Федерации или ввезены в Российскую Федерацию для обеспечения основных видов применения, определенных в соответствии с международными договорами Российской Федерации.

**Объект, оказывающий негативное воздействие на окружающую среду** - объект капитального строительства и (или) другой объект, а также их совокупность, объединенные единым назначением и (или) неразрывно связанные физически или технологически и расположенные в пределах одного или нескольких земельных участков.

**Комплексное экологическое разрешение** - документ, который выдается уполномоченным федеральным органом исполнительной власти юридическому лицу или индивидуальному предпринимателю, осуществляющим хозяйственную и (или) иную деятельность на объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду, и содержит обязательные для выполнения требования в области охраны окружающей среды.

**Технологические нормативы** - нормативы выбросов, сбросов загрязняющих веществ, нормативы допустимых физических воздействий, которые устанавливаются с применением технологических показателей.

**Технологические показатели** - показатели концентрации загрязняющих веществ, объема и (или) массы выбросов, сбросов загрязняющих веществ, образования отходов производства и потребления, потребления воды и использования энергетических ресурсов в расчете на единицу времени или единицу производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги.

**Технические нормативы** - нормативы, которые установлены в отношении двигателей передвижных источников загрязнения окружающей среды в соответствии с уровнями допустимого воздействия на окружающую среду.

**Стационарный источник загрязнения окружающей среды** (далее - **стационарный источник**) - источник загрязнения окружающей среды, местоположение которого определено с применением единой государственной системы координат или который может быть перемещен посредством передвижного источника загрязнения окружающей среды.

**Передвижной источник загрязнения окружающей среды** - транспортное средство, двигатель которого при его работе является источником загрязнения окружающей среды.

**Накопленный вред окружающей среде** - вред окружающей среде, возникший в результате прошлой экономической и иной деятельности, обязанности по устранению которого не были выполнены либо были выполнены не в полном объеме.

**Объекты накопленного вреда окружающей среде** - территории и аква-

тории, на которых выявлен накопленный вред окружающей среде, объекты капитального строительства и объекты размещения отходов, являющиеся источником накопленного вреда окружающей среде.

**Система автоматического контроля** - комплекс технических средств, обеспечивающих автоматические измерения и учет показателей выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ, фиксацию и передачу информации о показателях выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

## Список литературы

1. Основы государственной политики в области экологического развития России на период до 2030 года // <https://base.garant.ru/70169264/#friends>.
2. Конституция Российской Федерации: офиц. текст принята Всенародным голосованием 12 дек. 1993 г.
3. Об охране окружающей среды: федер. закон РФ № 7-ФЗ от 10 янв. 2002 г. (с изменениями на 18 дек. 2006 г.).
4. О внесении изменений и дополнений в закон "О недрах": федер. закон РФ № 27-ФЗ от 03 марта 1995 г.
5. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: федер. закон РФ № 52-ФЗ от 30 марта 1999 г. (с изменениями на 31 дек. 2005 г.).
6. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: федер. закон РФ № 68-ФЗ от 21 дек. 1994 г. (с изменениями на 18 дек. 2006 г.) .
7. Об экологической экспертизе: федер. закон РФ № 174-ФЗ от 23 ноября 1996 г. (с изменениями на 18 дек. 2006 г.) .
8. Гражданский кодекс Российской Федерации. Ч. 1. № 51-ФЗ от 30 ноября 1994 г. (с изменениями на 26 ноября 2001 г.), Ч. 2. № 14-ФЗ от 26 янв. 1996 г. (с изменениями на 02 февраля 2006 г.).
9. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях № 195-ФЗ от 30 дек. 2001 г. (с изменениями на 18 дек.2006 г.).
10. О безопасности гидротехнических сооружений: федер. закон РФ № 117-ФЗ от 21 июля 1997 г. (с изменениями на 18 дек. 2006 г.) .
11. Земельный кодекс Российской Федерации № 136-ФЗ от 25 окт. 2001 г. (с изменениями на 18 дек. 2006 г.).
12. Водный кодекс Российской Федерации № 74-ФЗ от 03 июня 2006 г. (с изм. на 04 дек. 2006 г.) .
13. ГОСТ Р 60.0.0.2-2016. Роботы и робототехнические устройства. Классификация.

14. ГОСТ Р 60.0.0.4-2019/ИСО 8373:2012. Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения.
15. ГОСТ Р 60.0.0.5-2019/ИСО 19649:2017. Роботы и робототехнические устройства. Мобильные роботы. Термины и определения.
16. RoboTrends. URL: <http://robotrends.ru/robopedia/roboty-v-rossii> (дата обращения: 07.02.2021 г.).
17. АГРОБОТ. Автоматизация сельского хозяйства. URL: <https://avrorarobotics.com/ru/projects/agrobot/> (дата обращения: 07.02.2021 г.).
18. ARS Smart Robotics. URL: <http://www.arobosys.com> (дата обращения: 07.02.2021 г.).
19. Cognitive Pilot. URL: <https://cognitivepilot.com> (дата обращения: 07.02.2021 г.).
20. Кабардино-Балкарский Научный Центр РАН URL: <http://www.kbncran.ru/innovatsionnye-razrabotki-3/> (дата обращения: 07.02.2021 г.).
21. Юргинский технологический институт. URL: [http://uti.tpu.ru/nauchnaya\\_deyatelnost/nauchnotekhnicheskie\\_razrabotki\\_i\\_uslugi/](http://uti.tpu.ru/nauchnaya_deyatelnost/nauchnotekhnicheskie_razrabotki_i_uslugi/) (дата обращения: 07.02.2021 г.).
22. Гости ВУЗПРОМЭКСПО знакомятся с разработками студентов и учёных АГУ. URL: <http://asu.edu.ru/news/10497-gosti-vuzpromekspos-znakomiatsia-s-razrabotkami-studentov-i-uchenyh-agu.html> (дата обращения: 07.02.2021 г.).
23. ПЛАЗ. Проектирование электронных устройств. URL: <https://www.plazlink.com> (дата обращения: 07.02.2021 г.).
24. Supercam. ГК Беспилотные системы. URL: <https://supercam.aero/catalog/?id=items> (дата обращения: 07.02.2021 г.).
25. Московский государственный университет геодезии и картографии. URL: <http://www.mii.gaik.ru> (дата обращения: 07.02.2021 г.).

Учебное издание

Иван Петрович Адылин

# **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Учебное пособие

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 07.04.2022 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 4,65. Тираж 25 экз. Изд. № 7248.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ