**Антропогенный ландшафт** — один из видов [культурного ландшафта](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%83%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%88%D0%B0%D1%84%D1%82), является полной противоположностью [природному ландшафту](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%88%D0%B0%D1%84%D1%82). То есть антропогенный ландшафт — ландшафт, изменённый человеком.

По определению Ф.Н Милькова: «антропогенными ландшафтами следует считать как заново созданные человеком ландшафты, так и все природные комплексы, в которых коренному изменению под влиянием человека подвергся любой из их компонентов, в том числе и растительность с животным миром».

Большинство современных ландшафтов можно считать антропогенными, поскольку они в той или иной мере изменены [человеком](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%BA). Вырубка лесов, отвалы ([терриконы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BD)) — только часть наиболее заметных преобразований природы человеком. Примеры: вырубка лесов, строительство зданий!

По степени изменения природных ландшафтов хозяйственной деятельностью их можно подразделить на такие шесть основных групп:

1. Практически неизменённые: ледники, полярные, высокогорные и очень сухие пустыни, неэксплуатируемые леса и луга (в том числе заповедники) т.е. неосвоенные или сознательно сохраняемые человеком ландшафты.
2. Слабо изменённые, в которых основные природные связи не нарушены. Таковы рационально эксплуатируемые леса, естественные луга, пастбища, водоёмы и национальные парки.
3. Нарушенные – возникшие в результате длительного нерационального использования природных ресурсов.
4. Сильно нарушенные (катастрофические), возникшие по тем же причинам, что и ландшафты третьей группы и чаще всего в условиях неустойчивого равновесия природных процессов (вторичное засоление и заболачивание, подвижные пески, заброшенные горные выработки).
5. Преобразованные, или культурные – поля, сады, плантации многолетних культур, сеянные луга, лесонасаждения, природные лесопарки. В этих ландшафтах природные связи в той или иной степени целенаправленно изменены. Они постоянно поддерживаются путём культивации, мелиорации, химизации почвы, разведения полезных человеку растений и животных, создания полезащитных лесокустарниковых полос.
6. Искусственные ландшафты, созданные человеком на природной основе. Это города и сёла, промышленно – энергетические и транспортные узлы, горные разработки, сюда же относятся плотины, водохранилища.

Все антропогенные комплексы, возникая, накладываются на уже существующую основу из естественных ландшафтов. Поэтому выявление естественной основы составляет непременное условие изучения антропогенных ландшафтов. Жизнь антропогенного ландшафта, его развитие неотделимы от окружающих его естественных комплексов, с которыми он находится в тесной парагенетической взаимосвязи.

Не во всех случаях прямым предшественником того или иного современного антропогенного ландшафта является естественный комплекс. Довольно часто современные антропогенные ландшафты возникают на месте антропогенного комплекса другого типа. Восстановление полной истории антропогенных трансформаций имеет большое значение для познания современного ландшафта, т.к. многие черты его несут на себе печать прошлого в форме остаточных элементов. В связи с этим одним из важнейших методов изучения антропогенных ландшафтов представляется составление историко-генетических рядов.

Возникновение антропогенных ландшафтов, их структуры и функционирование связаны с социально-экономическими условиями. Антропогенные ландшафты, подобно естественным, могут быть обратимыми и необратимыми. Необратимые ландшафты возникают в случае изменения литогенной основы (карьеры, отвалы, воронки псевдокарcта), а также при нарушении целостности типов растительности, находящихся в экстремальных условиях (в пустынях, тундре), сведение лесов, особенно сосновых боров, в степной зоне; вырубка заболоченных лесов в тайге с последующим образованием на их месте болота). При прочих равных условиях необратимые ландшафты чаще формируются в горных странах, где неумеренная пастьба скота или вырубка лесов ведут к смыву почв на крутых склонах и формированию на них устойчивых производных комплексов.

Существует группа антропогенных ландшафтов, отличающихся неустойчивостью в ранней стадии развития и значительной стабильностью, переходящей в необратимость в зрелой стадии. Таковы некоторые полезащитные лесные полосы в степи с удачно подобранным составом древесно-кустарниковых пород.

**Для решения вопроса обратимости или необратимости антропогенных ландшафтов В.С. Преображенский и Т.Д. Александрова предлагают использовать понятие эталона времени. Ландшафты с антропогенным оборотом от одной до нескольких сотен лет для целей прогнозирования на 15-20 лет или на срок жизни одного поколения (70-80 лет) практически приходится рассматривать как необратимые**.

**Антропогенные (антропические) факторы**:

* + *физические*: использование атомной энергии, перемещение в поездах и самолётах, влияние шума и вибрации
  + *химические*: использование минеральных удобрений и ядохимикатов, загрязнение оболочек Земли отходами промышленности и транспорта
  + *биологические*: продукты питания; организмы, для которых человек может быть средой обитания или источником питания
  + *социальные*: связанные с отношениями людей и жизнью в обществе.

**Антропогенные факторы** среды, внесённые в природу человеческой деятельностью изменения, воздействующие на органический мир. Переделывая природу и приспосабливая её к своим потребностям, человек изменяет среду обитания животных и растений, влияя тем самым на их жизнь. Воздействие может быть косвенным и прямым. Косвенное воздействие осуществляется путём изменения ландшафтов — климата, физического состояния и химизма атмосферы и водоёмов, строения поверхности земли, почв, растительности и животного населения. Большое значение приобретает увеличение радиоактивности в результате развития атомной промышленности и особенно испытаний атомного оружия. Человек сознательно и бессознательно истребляет или вытесняет одни виды растений и животных, распространяет другие или создаёт для них благоприятные условия. Для культурных растений и домашних животных человек создал в значительной степени новую среду, многократно увеличив продуктивность освоенных земель. Но это исключило возможность существования многих диких видов. Увеличение народонаселения Земли и развитие науки и техники привели к тому, что в современных условиях очень трудно найти участки, не затронутые деятельностью человека (девственные леса, луга, степи и т. д.). Неправильная распашка земель и неумеренный выпас скота не только привели к гибели естественных сообществ, но и усилили водную и ветровую эрозию почв и обмеление рек. Вместе с тем возникновение селений и городов создало благоприятные условия для существования многих видов животных и растений ([синантропные организмы](http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%91%D0%A1%D0%AD/%D0%A1%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D1%8B/)). Развитие промышленности не обязательно приводило к обеднению живой природы, но часто способствовало появлению новых форм животных и растений. Развитие транспорта и других средств сообщения способствовало распространению как полезных, так и многих вредных видов растений и животных. Прямое воздействие направлено непосредственно на живые организмы. Например, нерациональные рыболовство и охота резко сократили численность ряда видов. Нарастающая сила и убыстряющиеся темпы изменения природы человеком вызывают необходимость её охраны. Целенаправленное, сознательное преобразование природы человеком с проникновением в микромир и космос знаменует собой, по В. И. Вернадскому (1944), формирование "ноосферы" — оболочки Земли, измененной человеком.

**Загрязнения биосферы, их классификация и воздействие на живые организмы**

Загрязнение биосферы — это поступление в природную среду веществ, биологических агентов и различных видов энергии в количествах и концентрациях, превышающих естественный для нее уровень. К загрязняющим факторам относятся все тела и воздействия на биосферу, которые не включаются в естественные трофические цепи и не свойственны живой природе.

Загрязнения можно разделить на природные, возникающие без участия человека, (результаты извержений вулканов, ливней, ураганов, наводнений, селевых потоков) и антропогенные , возникшие в результате хозяйственной деятельности человека.

По источникам и видам загрязняющих веществ загрязнения делятся на механические, физические, химические, биологические и биотические.

Механические загрязнения (мусор) — это тела, не растворимые в воде, химически относительно инертные и занимающие площади на поверхности Земли — территории или акватории. В природе мусор не образуется (ранее уже было сказано, что в биосфере все утилизируется). Мусор появился только как результат существования (бытовые отходы)и хозяйственной деятельности человека (промышленные отходы).

Под мусорными свалками заняты колоссальные территории, которые могли бы быть пахотными землями. А поскольку пахотные площади, как уже было сказано ранее, на Земле ограничены, очевидно, что человечеству придется уже в ближайшее время освобождать территории, занятые под свалками, для более рационального их использования.

Физические загрязнения проявляются в отклонении от нормы физических свойств окружающей среды (ОС). В основном это разнообразные излучения, воздействующие на биосферу. К ним относятся звуковые волны (шумы и вибрации, превышающие естественный фон), различные виды электромагнитного излучения: радиоактивное, рентгеновское, ультрафиолетовое, видимое (свет), инфракрасное (тепло), микроволновое, а также радиоволны; источниками электромагнитного загрязнения являются и высоковольтные линии электропередачи (ЛЭП).

Шумы негативно воздействуют не только на органы слуха, но и на нервную систему человека и животных. Уровень шума измеряется в децибелах; при достижении 90 децибел возможна потеря слуха, поэтому в городах наиболее оживленные автомагистрали стали защищать противошумовыми экранами. Исследования американских ученых последних лет показали, что постоянное использование плееров ухудшает слух и притупляет память.

Проблема радиоактивных загрязнений возникла в связи с захоронением радиоактивных отходов (РАО), появившихся в результате гонки ядерных вооружений, а также строительства атомных электростанций и атомного флота (аварии на этих объектах, из которых самой крупной была Чернобыльская катастрофа, также стали источниками радиоактивных загрязнений).

Видимый свет является одной из форм загрязнения биосферы. Было замечено, что вблизи больших городов превышение уровня естественной освещенности негативно влияет на растения и животных, у которых «биологические часы» приспособлены к естественной смене дня и ночи; световое загрязнение может стать причиной их миграции.

К физическим загрязнениям биосферы относится также и тепловое (инфракрасное) излучение. Установлено, что сброс в водоем теплых сточных вод обусловливает его зарастание: уменьшается количество растворенного кислорода, в результате которого наблюдается мор рыбы и заболачивание водоема. Ранее уже было сказано про общее потепление климата Земли, которое осуществляется не только за счет «парникового эффекта », но и благодаря колоссальным промышленным тепловым выбросам в атмосферу.

Радиоволны, внесшие столь значительный вклад в НТР , так же, как и другие виды электромагнитного излучения, являются источником загрязнения биосферы. Вся атмосфера Земли и околоземное космическое пространство буквально перенасыщены радиоволнами, плотность которых в течение последних десятилетий возросла в сотни раз. Уже вся биосфера пронизана излучением в радиодиапазоне.

Химическими загрязнениями можно считать все растворимые (или малорастворимые) в воде вещества, не входящие в естественные трофические цепи. Такие вещества можно условно разделить на неорганические и органические.

Неорганические загрязнения — это катионы тяжелых металлов (главным образом ртути, кадмия и свинца) и анионы — нитраты (растворимые соли азотной кислоты) и арсенаты (соединения мышьяка), а также газы — угарный, углекислый, оксиды серы и азота, о которых уже было сказано ранее.

Соединения ртути очень токсичны. Примером является «болезнь Минамата» — это название японского залива, куда сливал свои неочищенные сточные воды, содержащие катионы ртути, комбинат по производству кино- и фотопленки. Катионы ртути накопились в рыбе, выловленной в заливе, результатом чего были массовые тяжелые отравления жителей городка на берегу залива.

Свинец в ХIХ в. входил в состав жести, из которой делали консервные банки. Многочисленные отравления такими консервами заставили быстро отказаться от свинца как составной части жести для консервов. В настоящее время свинец содержится в выбросах автомобилей, отравляющих воздух больших городов.

Широкое техническое применение кадмия (нанесение на поверхность неблагородных металлов, использование в производстве красок, лаков, эмалей, керамики) обусловливает попадание кадмия в ОС и ее загрязнение.

Нитраты (селитры) широко применяются в сельском хозяйстве в качестве удобрений. Повышенное содержание нитратов в почве приводит к тому, что они включаются в обменные процессы и накапливаются в листьях, стеблях и особенно в корнях растений. Непосредственно для растений избыток нитратов угрозы не представляет, но при попадании в организм животных и людей с пищей они вызывают тяжелые нарушения обмена веществ, аллергию, нервные расстройства, злокачественные опухоли, ухудшают состав крови.

К органическим загрязняющим веществам относятся нефть и нефтепродукты, а также фторхлорорганические соединения.

Нефть и нефтепродукты малорастворимы в воде и образуют на ней пленку, препятствующую кислородному обмену между водой и воздухом; в результате нефтяных разливов гибнут многие морские животные, рыбы и птицы; на суше нефтяные разливы приводят к деградации почвы и потере пахотных земель.

Фторхлорорганические соединения являются весьма токсичными. Среди них наиболее опасными являются диоксины — хлорсодержащие ароматические соединения. Они образуются при взаимодействии хлора, используемого для дезинфекции питьевой воды, с органическими веществами.

Пестициды — хлорсодержащие органические соединения, специально внесенные человеком в биосферу для борьбы с вредителями сельского хозяйства. Одно из первых таких веществ — ДДТ, его в 50-е годы специально распыляли с самолетов над полями. Затем была доказана токсичность этого вещества для человека и животных, и его использование запретили. В 90-е годы ХХ в. ДДТ обнаружили в печени антарктических пингвинов! Это вещество нерастворимо в воде, с талыми водами и дождями его смыло в реки, затем в моря, и вот уже ДДТ оказался загрязнен Мировой океан!

Биологические загрязнения — привнесение в экосистему и размножение там чуждых ей видов организмов; чаще всего это болезнетворные и паразитарные микроорганизмы и вирусы, как существовавшие в минувшие века (чума, холера, бешенство и т.п.), так и появившиеся в последние годы (СПИД, атипичная пневмония, коровье бешенство, птичий грипп). Для борьбы с этими болезнями используют разработанный еще Луи Пастером метод прививок и сывороток; однако оборотной стороной повсеместного использования этого метода является потеря человеком естественного иммунитета.

Биотические загрязнения — это пищевые отходы, нечистоты, отмершие организмы, а также животные экскременты — отходы ферм и птицефабрик. Эти отходы должны применяться в качестве органических удобрений, но перед использованием следует провести их обеззараживание, что является весьма серьезной технологической проблемой. Иногда с талыми водами биотические загрязнения, которые не успели утилизировать, попадают в водохранилища. Перед подачей в водопроводную сеть санитарные службы проводят обеззараживание воды, но устранение запаха — очень трудная и не всегда успешно решаемая задача, и, зачастую, горожане весной получают воду с характерным фекальным запахом.

По масштабу воздействия на ОС различают загрязнения локальные (местного значения), региональные, трансграничные и глобальные. Локальные могут затрагивать предприятие, район города или сельской местности; региональные касаются субъекта Федерации (в основном это крупный город вместе с прилегающей к нему областью). Трансграничные загрязнения выходят за национальные границы государств или регионов (в странах с обширной территорией), глобальные — это общепланетарные загрязнения, охватывающие всю Землю (например, выбросы парниковых газов и фреонов, загрязнение Мирового океана).

Таким образом, само существование человека, а также его разнообразная хозяйственная деятельность вносят в биосферу большое количество несвойственных для нее загрязнений, негативно влияющих на ее функционирование.

**Антропогенные изменения ландшафтов**

Важнейшая предпосылка для оптимизации ландшафтов, нарушенных человеческой деятельностью, знание механизма этих нарушений, т. е. того, как вмешательство человека изменяет функционирование и структуру ландшафта, насколько ландшафт устойчив к такому вмешательству, в какой степени антропогенные изменения обратимы или необратимы.

Среди наиболее серьезных последствий техногенного воздействия на функционирование ландшафта выделяются те, которые связаны с *нарушением гравитационного равновесия.* Толчок такому нарушению дают добыча полезных ископаемых, различные земляные работы, сведение растительного покрова, обработка почвы. Наиболее зримый, прямой результат подобной деятельности – появление техногенного рельефа, преимущественно на уровне его мезоформ – положительных (терриконы, отвалы, насыпи, дамбы) и отрицательных (карьеры, выемки, провалы, оседания в результате откачки подземных вод, овраги и др.). Кроме того, в ряде случаев хозяйственная деятельность ведет к выравниванию рельефа (заполнение грунтом мелких долин, оврагов, балок). Более существенный, но уже побочный (косвенный) результат подобной деятельности – стимулирование вторичных гравигенных (направляемых силой тяжести) процессов (эрозии, дефляции, просадок в многолетнемерзлой толще, карста), перераспределение и в конечном счете потеря твердого вещества. В ландшафтах, подверженных интенсивной вторичной эрозии, потери почвы могут достигать 30 т с 1 га в год. С этими процессами сопряжено важное звено в геохимическом круговороте – вынос из ландшафта химических элементов. Следует особо подчеркнуть необратимый характер гравигенных процессов техногенного происхождения – они всегда направлены в одну сторону, «сверху вниз»; разрушенные добычей полезных ископаемых формы рельефа не восстанавливаются, смытая почва не возобновляется, вынесенные из ландшафта элементы не возвращаются.

Многообразны техногенные *нарушения водного звена* функционирования ландшафта. Один из самых радикальных способов преобразования водного баланса ландшафта – искусственное орошение, на которое уходит не менее 3/4забираемой из рек воды. В мире орошается примерно 2,2 млн. км2, что составляет 1,5 % площади суши. Основной положительный ожидаемый эффект – производство полезной биомассы. Но при этом затрагиваются другие звенья функционирования геосистемы и появляются побочные нарушения. Усиленная во много раз затрата тепла на транспирацию и испарение с поверхности почвы приводит к резкому сокращению турбулентной отдачи тепла в атмосферу, что должно вызвать понижение температуры воздуха. Но озеленение поверхности ведет к уменьшению отражательной способности (альбедо) и сокращению эффективного излучения, так что в результате радиационный баланс в оазисах возрастает, средняя температура воздуха и почвы повышается, но суточный ход ее становится ровнее. Интенсивная фильтрация воды приводит к поднятию уровня минерализованных грунтовых вод и вторичному засолению почв, а иногда к заболачиванию.

На богарных пахотных землях примитивная агротехника обычно способствует усилению поверхностного стока (и смыву почв, о чем говорилось выше). В ландшафтах с недостаточным увлажнением создание лесных полос, зяблевая пахота, снегозадержание позволяют сократить поверхностный сток, увеличить инфильтрацию (а тем самым и подземный сток). В условиях избыточного увлажнения широко практикуются осушительные мелиорации, влияние которых на сток неоднозначно и не до конца изучено. Очевидно, их эффект в большой степени зависит от характера ландшафтов; в некоторых ландшафтах осушение приводит к «пересушке», как это случилось в Белорусском Полесье.

Существенный фактор техногенного воздействия на ландшафты – гидротехническое строительство, в особенности создание водохранилищ. Непосредственный эффект выражается в замене наземных геосистем водными примерно на 0,3% площади суши. Вторичные процессы при этом – размыв и разрушение берегов, подпор грунтовых вод, повышение их уровня и заболачивание на прилегающих участках и некоторое изменение местного климата (выравнивание температурного режима, увеличение влажности воздуха и др.), практически ощущаемое на расстоянии до 1–3 км от берегов. В нижнем бьефе, т. е. ниже плотины, из-за прекращения поемного режима (весенний сток задерживается для пополнения запасов воды в водохранилище) нередко деградируют пойменные геосистемы на протяжении десятков и сотен километров. Забор воды из водохранилищ и рек на орошение и другие хозяйственные нужды приводит к иссяканию речного стока и падению уровней и даже пересыханию естественных водоприемников – внутренних водоемов. Судьба Аральского моря – наиболее наглядный тому пример.

К числу компонентов, наиболее чувствительных к человеческому воздействию, относится *биота.* Биоценозы суши подверглись непосредственному преобразованию или полному уничтожению на обширных площадях, это вызвало многообразные косвенные нарушения в различных звеньях функционирования ландшафтов. Растительный покров – важнейший стабилизирующий фактор, поддерживающий неустойчивое гравитационное равновесие, особенно в условиях горного рельефа, многолетней мерзлоты, слабых, легко размываемых или развеваемых почв. Поэтому его уничтожение или нарушение (например, в результате неумеренного выпаса скота) служит одним из главных стимуляторов вторичных гравигенных процессов, о которых шла речь выше. Не менее важна роль растительного покрова в поддержании водного баланса.

С преобразованием растительного покрова связано нарушение биотической части геохимического круговорота в ландшафте. На территориях, где растительный покров сведен, биотическое звено этого круговорота выпадает. При замене естественных сообществ культурными, как правило, общая биологическая продуктивность снижается и соответственно уменьшается интенсивность биологического метаболизма. Кроме того, с урожаем культурных растений ежегодно из почвы отчуждаются с каждого гектара сотни килограммов зольных элементов и азота. К тому же приводят вырубка леса, корчевка пней, уничтожение лесной подстилки. Применение химических удобрений не восполняет эти потери и создает дополнительные нарушения, поскольку до 40– 50% вносимых в почву удобрений не усваивается растениями, вымывается с полей и вовлекается в неконтролируемую водную миграцию. В биологический круговорот вовлекаются пестициды, которые, попадая в пищевые цепи, прогрессирующим образом накапливаются по мере перехода от низших звеньев цепи (растения) к высшим (плотоядные животные). Нельзя не заметить, что многие растения обладают избирательной способностью к поглощению различных техногенных веществ, в том числе радиоактивных (лишайники, например, способны захватывать их непосредственно из воздуха), и тем самым способствуют дальнейшей передаче их по пищевым цепям и накоплению в почве и воде.

Одно из самых специфических и трудно контролируемых проявлений современного вмешательства человека в функционирование геосистем –*техногенная миграция химических элементов.*Большинство из них вводится в геохимический круговорот непреднамеренно – в составе производственных отходов, различных отбросов и т. д. Первое место в техногенном круговороте занимает углерод, за ним идут Са, Fe, Al, CI, Na, S, N, Р, К и др.

Многие из этих элементов начинают миграцию в воздушной среде. Как известно, непосредственно в атмосферу поступают различные газообразные отходы промышленности и транспорта (СО2, СО, SО2, окислы азота, углеводороды и др.), а также твердые продукты неполного сгорания топлива и пыль. Из-за подвижности воздушной среды атмосферные загрязнения способны распространяться на тысячи километров, лишь крупные частицы (среди них могут быть тяжелые металлы, такие, как свинец, цинк, никель и др.) осаждаются на относительно небольшом расстоянии от источника выбросов. Часть воздушных мигрантов попадает в почву, растворяется в подземных и поверхностных водах, вовлекается в пищевые цепи. Среди компонентов ландшафта наиболее подвержена негативному воздействию техногенных атмосферных примесей растительность. Высокая концентрация сернистого ангидрида может вызвать гибель лесов, а лишайники погибают даже при низкой концентрации. Пагубное влияние этого вещества сказывается и на почвенных микроорганизмах. На частицах дыма сернистый ангидрид каталитически окисляется до серного ангидрида SО3, который, растворяясь в воде, превращается в серную кислоту, выпадающую с осадками («кислотные дожди»).

Основную массу выбросов в атмосферу составляет двуокись углерода С02, которая рассеивается по всей атмосфере и по мере накопления может вызвать последствия планетарного масштаба, усиливая парниковый эффект и общее повышение температуры воздуха. Правда, в оценке этого процесса существуют разные мнения. Пока еще нет надежных способов измерения баланса СО2 в атмосфере. Возможно, что часть его избытка растворится в водах Океана, какое-то количество будет изыматься растениями (известно, что повышение концентрации углекислоты в воздухе стимулирует фотосинтез).

Большинство техногенных выбросов проходит через водный цикл миграции. Кроме той их части, которая поступает в реки и водоемы из атмосферы в виде пыли или в растворенном виде с атмосферными осадками, существует много других путей поступления техногенных примесей в поверхностные воды. Промышленные и бытовые стоки попадают непосредственно в реки и озера через канализацию. В них содержатся различные кислоты, фенолы, сероводород, аммиак, ртуть, свинец, фтор, мышьяк, кадмий и некоторые другие токсичные вещества, нефтепродукты, отработанные технические масла. В бытовых стоках присутствуют детергенты, обладающие высокой биохимической активностью и образующие обильную пену. К источникам прямого загрязнения водотоков и водоемов следует отнести также водный транспорт и молевой сплав древесины.

Более сложными и трудно контролируемыми путями в поверхностные, а также в подземные воды поступают стоки с сельскохозяйственных земель, животноводческих ферм, отвалов и терриконов, свалок промышленных и бытовых отходов, рекреационных угодий. Из этих источников различные органические и минеральные вещества, среди которых имеются химически очень активные и нередко токсичные, вовлекаются в водную миграцию посредством плоскостного смыва (преимущественно талыми снеговыми и ливневыми водами) и инфильтрации.

Благодаря проточности рек их загрязнение – процесс обратимый. Часть органических примесей разрушается и минерализуется в речной воде в результате жизнедеятельности микроорганизмов и водорослей. Внутренние водоемы – озера, водохранилища – характеризуются замедленным влагооборотом (осредненная скорость обновления воды во всех озерах Земли в 230 раз меньше, чем в реках). Поэтому условия самоочищения во внутренних водоемах значительно хуже, чем в реках, и во многих из них резко изменился гидрохимический и гидробиологический режим. В частности, за последние десятилетия широко распространилось явление техногенной эвтрофикации водоемов, обусловленное увеличением концентрации в воде азота и особенно фосфора. Конечное звено техногенной миграции химических элементов – Мировой океан. Его прогрессирующее загрязнение в основном необратимо и может иметь последствия глобального характера. Так, образование нефтяной пленки приводит к нарушению газового, теплового и водного обмена Океана с атмосферой.

Одним из побочных следствий хозяйственной деятельности человека являются изменения теплового баланса земной поверхности и атмосферы. Можно выделить четыре группы техногенных энергетических факторов: 1) преобразование подстилающей поверхности в результате искусственного орошения, вырубки лесов, создания водохранилищ и искусственных покрытий в городах и т. д.; 2) поступление тепла в атмосферу в результате производства энергии; 3) увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере; 4) увеличение содержания аэрозоля в атмосфере (т. е. ее запыление). Количественная оценка каждого из этих факторов и их суммарного эффекта затруднительна. Их влияние на тепловой баланс в ряде случаев противоречиво. Так, пылевые частицы поглощают длинноволновое излучение и тем самым усиливают парниковый эффект, но они же способствуют образованию облаков, которые отражают солнечные лучи и увеличивают потерю лучистой энергии. Сходные явления наблюдаются при увеличении концентрации углекислого газа: этот процесс сопровождается развитием облачности, которая должна ослаблять парниковый эффект. До сих пор мы еще плохо знаем, как механизм техногенного воздействия на атмосферные процессы, так и характер климатических колебаний, происходящих в силу естественных причин, так что трудно отделить техногенный «вклад» в наблюдающиеся тенденции изменения термики атмосферы. Поэтому к прогнозам глобальных изменений климата, в частности к предположениям о том, что через 100 лет средняя температура воздуха на Земле может повыситься на 3–4 °С, следует относиться с осторожностью.

Наиболее очевидный тепловой эффект техногенных воздействий проявляется лишь в локальных масштабах, в рамках отдельных ландшафтов, особенно в крупных городах, где действуют все четыре группы факторов, причем определяющее значение имеет непосредственный выброс тепла. В больших городах средняя годовая температура воздуха на 1–2 °С выше, чем в окрестностях, а зимой превышение может достигать 6–7 °С. Заметные изменения местного климата наблюдаются в оазисах (см. выше), менее существенные – вблизи водохранилищ, на месте осушенных болот и т. д.

Накопленный географами материал по антропогенным воздействиям на геосистемы позволяет вывести некоторые закономерности.

Прежде всего надо констатировать, что на Земле практически не осталось ландшафтов, которые не испытали бы прямого или косвенного техногенного воздействия. Поэтому разделить все ландшафты на природные и антропогенные невозможно, и противопоставление тех и других не имеет смысла, ибо нельзя установить ту грань, которая их разделяет. Можно и важно различать лишь степень и характер антропогенно (или техногенно) обусловленных изменений. С этой точки зрения в первом приближении следует выделить несколько основных групп ландшафтов.

Условно неизмененные ландшафты, в которых обнаруживаются только слабые следы косвенного воздействия (например, осаждение техногенных выбросов из атмосферы в Антарктиде и высокогорьях Западной Европы).

Слабоизмененные ландшафты, подвергающиеся экстенсивному хозяйственному воздействию (охота, рыболовство, выборочная рубка леса), частично затронувшему отдельные природные компоненты, но так, что основные природные связи не нарушены и изменения имеют обратимый характер. Сюда можно отнести некоторые тундровые, таежные, пустынные, экваториальные ландшафты.

Сильноизмененные (нарушенные) ландшафты, подвергшиеся интенсивному воздействию, охватившему многие компоненты, что привело к существенному нарушению структуры, часто необратимому и неблагоприятному с точки зрения интересов общества. Такие ландшафты широко распространены в разных зонах; для них типичны уничтожение лесов, вторичные гравигенные процессы, загрязнение вод, почвы и атмосферы и т. д.

4. Культурные ландшафты, в которых структура рационально изменена на научной основе в интересах общества Таким ландшафтам должно принадлежать будущее, и в последней главе они рассматриваются особо как результат конструктивной работы географа.

Далее важно подчеркнуть, что, как бы сильно ни был изменен ландшафт человеком и насколько бы ни был насыщен результатами человеческого труда, он остается природной системой и продолжает функционировать по природным законам, которые человек отменить не в состоянии. Даже в сильно преобразованном ландшафте сохраняется природный инвариант, т. е. постоянные свойства, определяемые азональными и зональными факторами, придающие ландшафту качественную определенность и устойчивость. При самом сильном преобразовании невозможно стереть различия между ландшафтами тундры, степи, пустыни, между ландшафтами гор и равнин, кристаллических щитов и песчаных полесий и т. д.

Новые антропогенные или техногенные элементы функционируют в ландшафте точно так же, как и их природные аналоги. Искусственные лесонасаждения и посевы живут по тем же природным законам, что и естественные фитоценозы, и так же взаимодействуют с другими компонентами; искусственные водохранилища, как и природные водоемы, испаряют воду, заполняются наносами, зарастают; заброшенные каналы начинают меандри-ровать подобно рекам; техногенные формы рельефа играют в ландшафте ту же роль, что и естественные, они также подвергаются денудации или аккумуляции, а, например, овраги, вызванные нерациональной обработкой почвы, ничем не отличаются от оврагов, возникших в естественных условиях.

Однако техногенные элементы ландшафта отличаются от природных своей неустойчивостью. Они, за некоторыми исключениями, не способны к самостоятельному существованию, без постоянной поддержки со стороны человека. Для ландшафта они являются как бы инородными телами, и он стремится отторгнуть их. Посевы, сады или домашние животные, предоставленные самим себе, гибнут или дичают, вырубки зарастают лесом, сооружения подвергаются выветриванию и в конечном счете разрушаются, водохранилища заиливаются и зарастают, заброшенные оазисы поглощаются пустыней.

Отдельные исключения, о которых упомянуто выше, наблюдаются в тех случаях, когда человек вольно или невольно дает толчок процессам, к которым ландшафт уже подготовлен своим естественным развитием или же использует незаполненные экологические ниши. Случаи первого типа характерны для ландшафтов с неустойчивым гравитационным равновесием, например для лёссовых степных возвышенностей, где неосторожное вмешательство стимулирует оврагообразование, или в условиях многолетней мерзлоты, где малейшее нарушение неустойчивого теплового равновесия в мерзлой толще ускоряет ее таяние и образование термокарстовых впадин. Примеры второго типа относятся к биоте и не затрагивают существенно структуру ландшафта. Сюда относится часто упоминаемый пример с размножением в Австралии кроликов, завезенных в 1859 г. Можно было бы привести немало других результатов преднамеренного или непреднамеренного перенесения отдельных видов растений и животных из одних ландшафтов в другие. Там, где природные условия благоприятны для лесов, но они еще не успели туда распространиться (или были некогда истреблены), могут быть созданы устойчивые искусственные насаждения.

Возможность перестройки геосистем и степень их устойчивости к воздействию зависят от их уровня (ранга). Наиболее радикальным изменениям подвержены геосистемы локального уровня, т. е. морфологические подразделения ландшафта. В некоторых ситуациях, например при создании водохранилищ, открытых горных разработок или заполнении грунтом оврагов, прежние фации и урочища по существу уничтожаются и заменяются новыми. Но в большинстве случаев хозяйственное воздействие создает различные антропогенные или техногенные модификации фаций и урочищ, представляющие собой более или менее неустойчивые, временные образования. Сюда относятся земли, находящиеся в обработке, эксплуатируемые леса, естественные пастбища и т. д. Насколько они неустойчивы, говорят известные факты гибели посевов от единичного заморозка, от засухи или нашествия вредителей, исчезновение пахотного слоя почвы в результате единичного ливня или пыльной бури.

Поддержание антропогенных модификаций требует огромных усилий со стороны человека. Один из впечатляющих примеров изменения первичного ландшафта – рисовые плантации в муссонных тропиках Юго-Восточной Азии. Но они существуют лишь благодаря упорной борьбе людей с природной стихией и подвержены постоянной угрозе уничтожения под влиянием муссонных ливней, наводнений и тайфунов и не могут существовать без непрерывного регулирования искусственного водного режима, искусственного восполнения почвенного плодородия и борьбы с буйной тропической растительностью.