

## 2.7. Экотехносферные регионы

### **Создание сбалансированных природно-промышленных комплексов**

**Природно – промышленный комплекс (ППК)** - совокупность производственно-технических объектов (ПО) и технологических процессов, размещенных на ограниченной территории техносферы и связанных с природными компонентами (воздушной, водной, почвенной средой и экосистемами) взаимоподдерживающими потоками вещества и энергии.

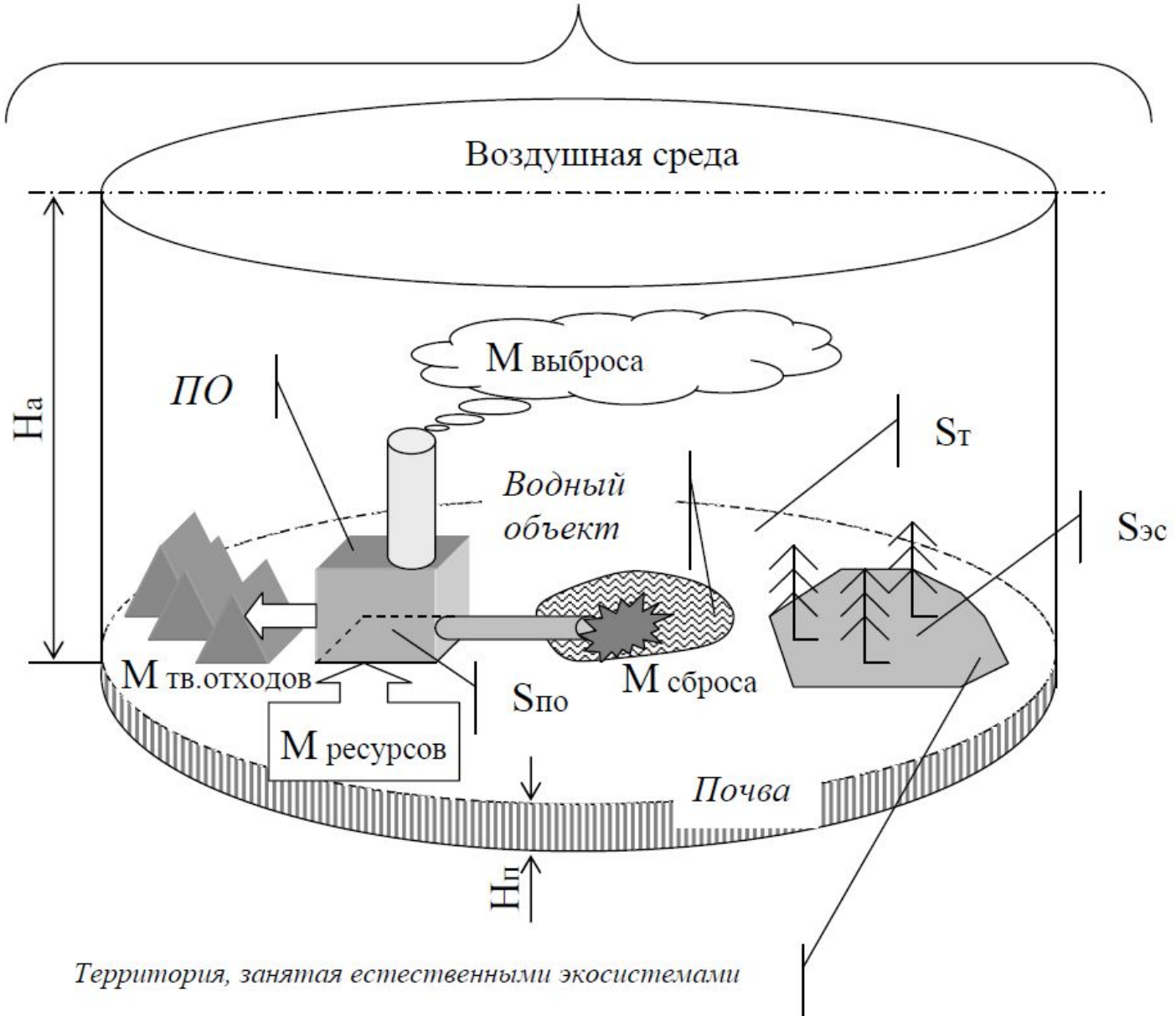
**Сбалансированность** – это согласованность главных возмущающих биосферу параметров объектов техносферы с возможностями самоочищения и самовосстановления природной среды. Естественные экосистемы в этом случае не будут деградировать, а будут сохранять свои функции в течение неопределённо долгого времени.

Сбалансированный ППК будет устойчивым во времени, то есть способным сохранять свои функции по жизнеобеспечению людей независимо от политических и экономических процессов.

Природно-промышленный комплекс в экотехносфере, (после экологизации) – замкнутый, самодостаточный техносферный регион, составленный из экопоселений различных типов.

# Состав природно – промышленного комплекса

*Регион размещения промышленного объекта (ПО)*



**Регион размещения ПО** – это ограниченная территория, включающая в себя воздушную среду, водные объекты, почву и естественные природные экологические системы.

Воздушная среда региона характеризуется

- высотой слоя атмосферы **На, м**,
- направлением и скоростями ветра,
- средней величиной инсоляции (интенсивности Солнечного излучения).

Водная среда характеризуется

- видом водных объектов (реки, озёра, моря и т.д.),
- гидрологическими параметрами и морфологией (строением) водных объектов
- общим запасом вод  **$M_{\text{водн}}$** , тонн (на рисунке не показано).

Почвенная среда характеризуется

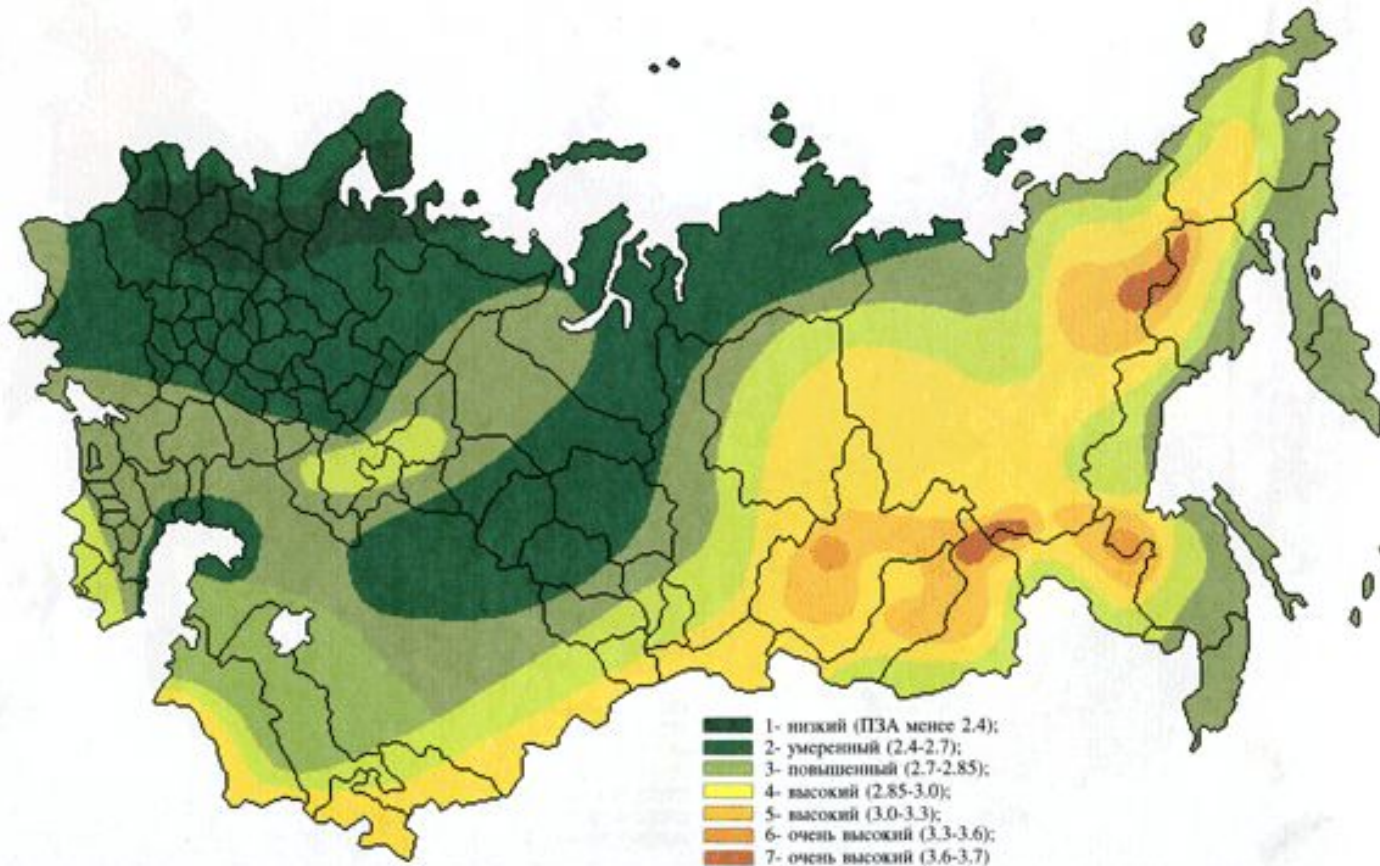
- площадью территории **Sт, м<sup>2</sup>**,
- глубиной почвенного горизонта **Нп, м**,
- типом почвы,
- химическим составом и физической структурой почвы.

Природные компоненты региона характеризуются

- площадью территории, занимаемой естественными экосистемами **Sэс, м<sup>2</sup>**.

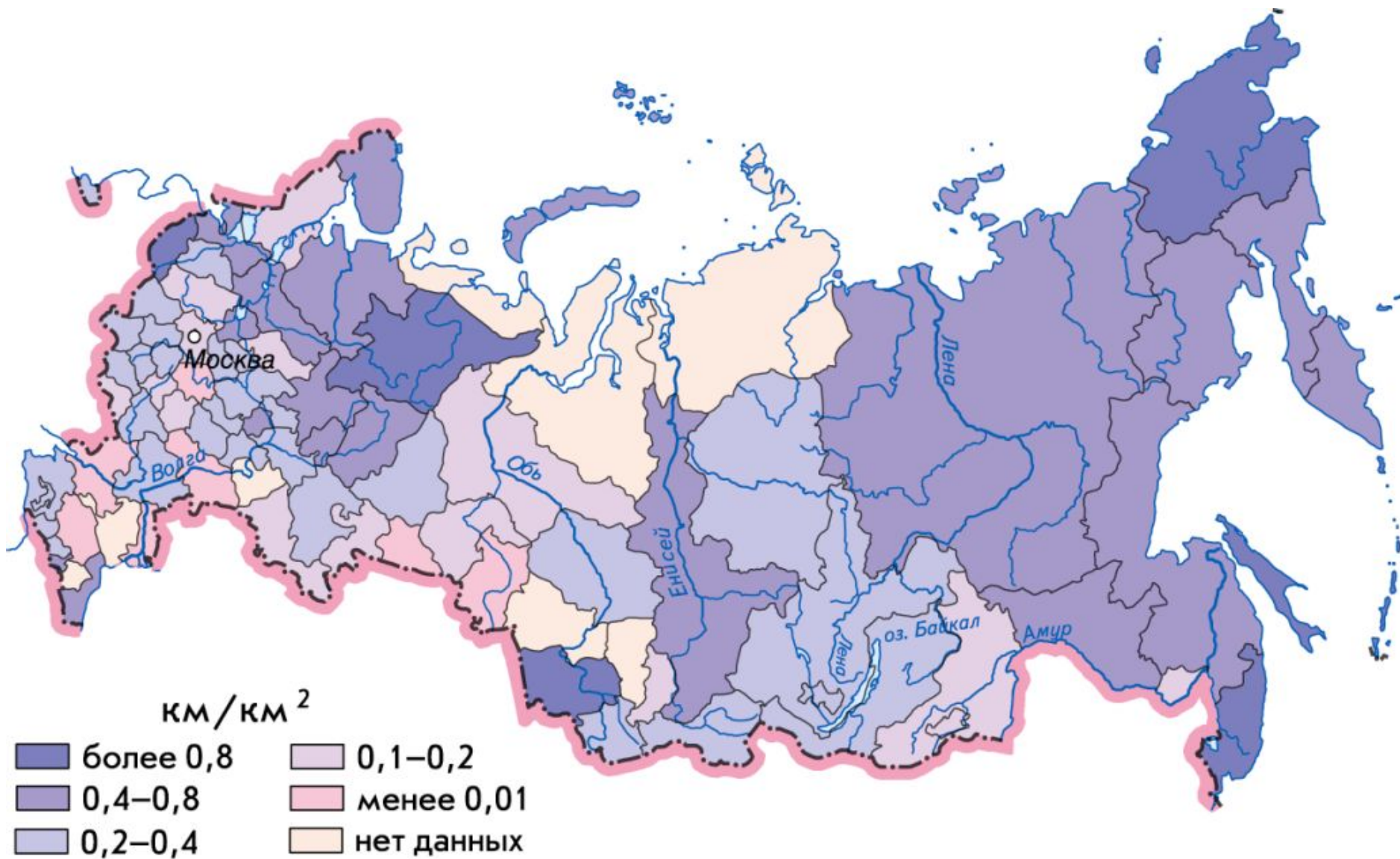
## Границы ППК

Вопрос о принципах установления границ техносферного региона в настоящее время открыт. Для оценочных расчётов сейчас используются обычные административные границы городов, районов, областей, республик. Однако логичнее проводить границы регионов по каким-либо естественным преградам и барьерам. Например – по горным грядам или котловинам, ограничивающим воздушные потоки, водоразделам бассейнов рек, плотинам и дамбам, ограничивающим водные потоки или по границам геохимических провинций, разделяющих почвы различного химического состава и физической структуры. Также возможно использование хорошо апробированного зонирования территории России, например, по классам ПЗА – потенциала загрязнения атмосферы.



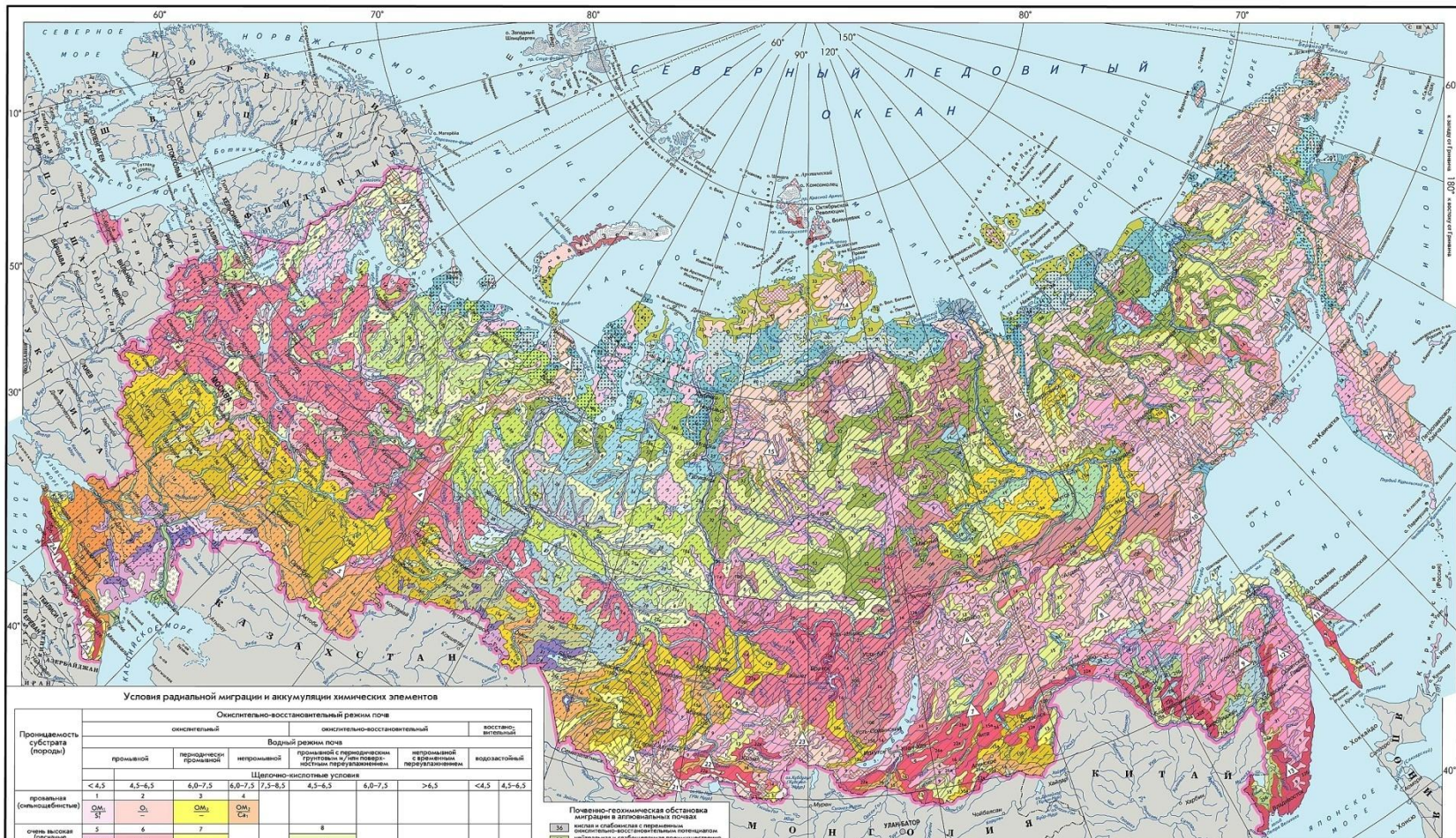
### Карта-схема

Районирование территории по природному потенциалу загрязнения атмосферы



**Карта водоразделов водных бассейнов территории**





Условия радиальной миграции и аккумуляции химических элементов

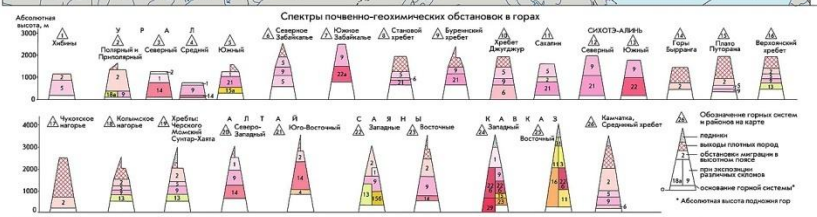
Проницаемость субстрата (порядки)	Окислительно-восстановительный режим почв										
	окислительный					окислительно-восстановительный					восстано-вительный
	проливной		периодически проливной		непроточной	проливной с периодическим затоплением и/или периодическим переувлажнением		непроточной с длительными переувлажнениями		водозастойный	
	Щелочно-кислотные условия										
	<4,5	4,5-6,5	6,0-7,5	6,0-7,5	7,5-8,5	4,5-6,5	6,0-7,5	>6,5	<4,5	4,5-6,5	
проливная (сильнощелочная)	1 OM <sub>1</sub> S <sup>+</sup>	2 O <sub>1</sub>	3 OM <sub>2</sub>	4 OM <sub>2</sub> Ca							
очень высокая (лесные, мезотрофно-щелочные)	5 O <sub>2</sub> -OM <sub>1</sub> S <sup>+</sup>	6 OM <sub>2</sub>	7 OM <sub>2</sub>			8 O <sub>2</sub> S <sup>+</sup> G <sub>1</sub>					
высокая (сухие, щелочные, супесни)	9 O <sub>2</sub> -OM <sub>1</sub> S <sup>+</sup>	10 OM <sub>2</sub> Ca	11 OM <sub>2</sub> Ca		12 OM <sub>1</sub> Ca, S <sup>+</sup>	13 O <sub>2</sub> -OM <sub>1</sub> Ca					
средняя (лесные и степные, супесни и супесни-глины)		14 OM <sub>2</sub> Ca	15a OM <sub>2</sub> Ca	15b OM <sub>2</sub> Ca	16 OM <sub>2</sub> Ca, S <sup>+</sup>	17 OM <sub>2</sub> Ca, S <sup>+</sup>	18a OM <sub>2</sub> Ca, S <sup>+</sup>	18b OM <sub>2</sub> Ca, S <sup>+</sup>	19 OM <sub>2</sub> Ca, S <sup>+</sup>	20 O <sub>2</sub> -OM <sub>1</sub> Ca, S <sup>+</sup>	
ниже средней (тяжелосуглинистые, почвы)	21 OM <sub>1</sub>	22a OM <sub>2</sub> S <sup>+</sup>	22b OM <sub>2</sub> S <sup>+</sup>	23 OM <sub>2</sub> Ca	24 OM <sub>1</sub> Ca	25a OM <sub>2</sub> Ca, S <sup>+</sup>	25b OM <sub>2</sub> Ca, S <sup>+</sup>	26a OM <sub>1</sub> Ca	26b OM <sub>1</sub> Ca	27 O <sub>2</sub> -OM <sub>1</sub> Ca	
низкая (глинистые, мерзлотные)	28 OM <sub>1</sub> S <sup>+</sup>	29 OM <sub>1</sub> S <sup>+</sup>	30 OM <sub>1</sub> S <sup>+</sup>	31 OM <sub>1</sub> S <sup>+</sup>	32 OM <sub>1</sub> S <sup>+</sup>	33 OM <sub>1</sub> S <sup>+</sup>	34 OM <sub>1</sub> S <sup>+</sup>	35 OM <sub>1</sub> S <sup>+</sup>	36 OM <sub>1</sub> S <sup>+</sup>	37 OM <sub>1</sub> S <sup>+</sup>	

Формулы обозначения системы радиальных геохимических барьеров: в числителе — поверхностно-повышенное, в знаменателе — интрузивное; цифрами дана высота барьеров: 1 — низкая, 2 — средняя, 3 — высокая.  
Индиксы барьеров: O — органический, OM — органо-минеральный, Ca — карбонатный, Na — щелочной, E — испарительный, G — глеевый, S<sup>+</sup> — сорбиционно-седиментационный, S<sup>-</sup> — хлоридный, Sx — окислительный, Cr — мерзлотный. Прочие — отсутствующие барьеры.

**Почвенно-геохимическая обстановка миграции в вегетативных почвах:**  
 35 — низкая и слабонизкая с первичными почвенными процессами  
 37 — нейтральная и слабощелочная преимущественно почвенными процессами

**Интенсивность процессов латеральной миграции:**  
 на равнинах и плато  
 35 — высокая интенсивность латеральной миграции, высокая способность проницаемости и водоудерживающей способности почвы  
 37 — слабая интенсивность латеральной миграции при частой смене контрастных геохимических обстановок, обусловленных факторами:  
 35 — приземное, 37 — гравитационное, 35 — гидроморфизмом

**Исключенные образования:**  
 35 — выветриваемый песок  
 37 — выветриваемый песок и каменистые россыпи  
 35 — граница горной системы



Масштаб 1:15 000 000

# Почвенно-геохимическая карта

Почвенно-геохимическая карта отражает общие закономерности пространственного размещения почвенно-геохимических характеристик, т.е. условий и факторов миграции, обуславливающих поведение химических элементов в почвах.

**Производственный объект (ПО)** – любой объект техносферы, оказывающий воздействие на природную среду. ПО, размещаемый на ограниченной территории техносферного региона характеризуется:

- **Землеёмкостью** – площадью занимаемой территории  $S_{\text{по}}$ , ( $\text{м}^2$ );
- **Ресурсоёмкостью** – видами и массой потребляемых природных ресурсов  $M_{\text{ресурсов}}$ , (тонн/год);
- **Отходностью** – видами и массой образующихся вредных веществ  $M_{\text{отходность}}$  (усл.тонн/год).

Отходность ПО складывается из

- массы выбросов вредных веществ в атмосферу:  $M_{\text{выброса}}$ , (у.т./год),
- массы сбросов в водные объекты  $M_{\text{сброса}}$ , (у.т./год),
- массы твердых отходов, размещаемых на поверхности почвы:  $M_{\text{ТВ.отходов}}$ , (у.т./год).

Условные тонны означают, что масса выбрасываемого в окружающую среду вещества приведена к единичной токсичности и к общему показателю ущерба для различных территорий (акваторий).

## Пересчет реальных выбросов и сбросов в условные тонны

Масса вредного вещества  $M_{\text{ут}}$  в условных тоннах, может быть рассчитана на основе фактической массы  $M_{\text{факт}}$  в тоннах по формуле:

$$M_{\text{ут}} = K_{\text{токс}} \cdot K_{\text{терр}} \cdot M_{\text{факт}},$$

где:  $K_{\text{токс}}$  – индекс токсичности рассматриваемого вещества (условных тонн/тонну);  $K_{\text{терр}}$  – коэффициент уязвимости (опасности нанесения ущерба) рассматриваемой территории (акватории) при ее загрязнении, (безразмерный).

Указанные индексы и коэффициенты могут быть взяты из апробированных методик расчета экономического ущерба, наносимого окружающей среде загрязнением.

Например: для CO  $K_{\text{токс}} = 1$ ; для SO<sub>2</sub>  $K_{\text{токс}} = 22$ ; для фенола  $K_{\text{токс}} = 310$ . для бензапирена:  $K_{\text{токс}} = 40\,000$ .

для растворенных фосфатов  $K_{\text{токс}} = 2$ ; для ионов Zn  $K_{\text{токс}} = 25$ ; для цианидов  $K_{\text{токс}} = 50$ .

для отходов 4 класса  $K_{\text{токс}} = 1$ ; 3 класса  $K_{\text{токс}} = 10$ ; 2 класса  $K_{\text{токс}} = 100$ ; 1 класса  $K_{\text{токс}} = 1000$ .

для территорий промышленных площадок  $K_{\text{терр}} = 4$ ; для пригородных зон  $K_{\text{терр}} = 8$ ; для курортных зон  $K_{\text{терр}} = 10$ ;

для акватории Невы  $K_{\text{терр}} = 1,6$ ; для реки Москва  $K_{\text{терр}} = 2,9$ ; для реки Миус  $K_{\text{терр}} = 3,5$ . **Миус** — река, протекающая по территории (Луганской и Донецкой областей) и Ростовской области России. Впадает в Азовское море).



## Состав экотехносферного региона

№	Название	Назначение	Центральный модуль поселения
1.	<b>Центрон</b>	Управление материально-энергетическими потоками региона	Центральный диспетчерский пункт по сбору информации и распределению товаров и энергии в регионе
2.	<b>Промон</b> (несколько)	Производство необходимого оборудования (фитотроны, системы очистки воды, электрогенераторы, электроаккумуляторы и т.д.)	Промышленный объект необходимой отраслевой специализации
3.	<b>Социон</b> (несколько)	Обучение, здравоохранение, спорт, развлечения, отдых жителей региона	Университет, большой медицинский центр, крупное досуговое учреждение – стадион, театр, киноконцертный зал
4.	<b>Когнитон</b>	Познание, научные исследования, инженерное творчество, искусство	Научно-исследовательский институт, лаборатории, опытная производственная база, художественные мастерские
5.	<b>Спецон</b>	Размещение защитных средств и вооружений	Техника для защиты людей и ликвидации последствий ЧС природного и техногенного характера, средства для необходимой обороны.

# Критерии устойчивости ППК

## Сбалансированность по землеёмкости

Критерий был установлен В.Г. Горшковым. Естественные экосистемы должны занимать не менее 60 - 70 % площади территории ППК. Если выдерживать этот показатель в каждом техносферном регионе, то общее соотношение площади суши, занятой техносферой и биосферой – соответственно сохранится как 40 / 60 % или 30 / 70 %.

## Сбалансированность по ресурсоёмкости

Для ресурса биомассы – «Правило 1%». Допустимо потреблять для нужд техносферы не более 1% ежегодного возобновляемого прироста - чистой фотосинтетической продукции биомассы.

## Сбалансированность по отходности

Выделение отходов ПО в окружающую среду можно рассматривать как отдельный вид специального природопользования – использование природно-экологического потенциала территории.

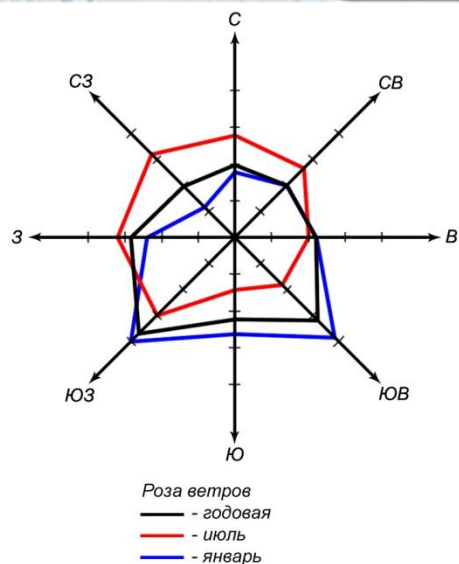
**Природно-экологический потенциал** – способность природной среды и естественных экосистем обезвреживать, рассеивать и выводить загрязнители, а так же воспроизводить возобновимые ресурсы (в первую очередь – биомассу).

Природно-экологический потенциал территории складывается из природно-экологических потенциалов воздушной и водной среды, почвы и экосистем.

Природно-экологический потенциал **воздушной среды** определяет способность воздушной среды рассеивать и переносить на большие расстояния вредные примеси, вымывать вредные примеси в почву и обезвреживать загрязнители в атмосферных физико-химических процессах. Параметры, необходимые для оценки этих процессов представлены в методиках расчета, посвященных оценке ПЗА – потенциала загрязнения атмосферы.

Это:

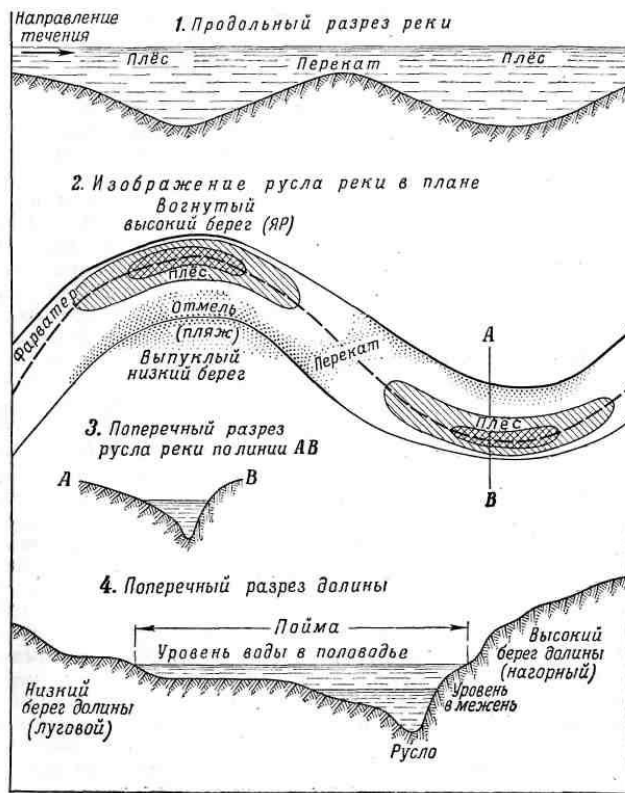
- объем чистого воздуха, необходимый для разбавления промышленных выбросов до уровня ПДК;
- характеристики воздушного переноса – направление и абсолютное значение скорости ветра (роза ветров);
- интенсивность и повторяемость факторов, способствующих обезвреживанию загрязнений – осадки, грады, инсоляция, безморозный период.





Для **водной** среды, природно-экологический потенциал оценивается на основе:

- физико-географического положения и климатических особенностей водного объекта;
- химического состава вод объекта;
- морфологических параметров, определяющих строение водного объекта;
- гидрологических параметров – поверхностный сток, расход воды, распределение скоростей течения по руслу (ложу) водного объекта.

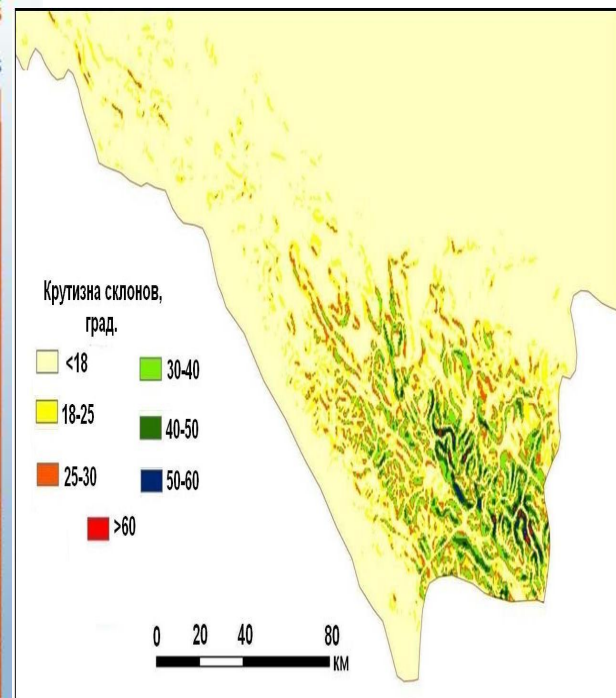


Динамика изменения концентрации нитратов в Москве-реке у Рублево в 1915-1998 гг.

(По: Храменков и др., 1999)

Природно-экологический потенциал **почвы** определяет способность почвы адсорбировать загрязнения и передавать их в другие природные среды. Это можно оценить по:

- ёмкости катионного обмена почвы (ЕКО);
- мощности (толщине) гумусового перегнойно-аккумулятивного горизонта;
- водному режиму почвы;
- крутизне склона почвы.



**Обменные катионы и емкость поглощения (ЕКО)  
основных типов почв, мг-экв/100 г (Н. И. Горбунов, 1978)**

Почва	Горизонт и глубина, см		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	ЕКО
	Горизонт	Глубина, см						
Дерново-среднеподзолистая	A	1—5	28,1	6,6	Нет	Нет	10,5	45,2
	E	20—30	1,9	1,4	»	»	1,2	4,4
	B	50—60	6,2	2,1	»	»	6,5	14,8
	C	180—190	4,4	2,9	»	»	1,0	8,3
Темно-серая лесная	A	0—7	35,4	3,5	Следы	«	Нет	38,9
	AE	20—30	14,3	2,0	»	»	»	16,3
	B	70—80	11,9	3,0	»	»	1,0	15,9
	BC	170—180	14,9	3,0	»	»	0,8	18,7
Чернозем типичный	A	0—10	43,9	9,6	0,2	0,1	Нет	53,7
	AB	70—80	27,8	9,6	0,1	0,05	»	37,5
	C	160—170	27,6	9,5	0,1	0,05	»	37,2
Солонец степной	A	0—5	10,3	5,1	1,5	0,5	»	17,2
	B <sub>па</sub>	18—23	16,1	9,3	1,3	2,4	»	29,1
	B <sub>2</sub>	45—50	17,1	8,0	1,4	2,5	»	29,4
	C	95—100	14,0	6,5	1,5	2,7	»	24,7
Солонец осолоделый	A	0—10	11,5	2,5	1,6	0,4	»	16,0
	E	20—25	7,4	2,0	0,8	0,4	»	10,6
	BC	50—60	17,5	5,7	2,3	0,9	»	26,4
	C	100—110	18,0	8,9	2,5	0,9	»	30,3
Серозем	A	0—5	7,8	0,4	0,1	0,2	»	8,5
	AB	20—25	6,8	0,9	0,1	0,2	»	8,0
	C	70—75	4,1	4,2	0,1	0,2	»	8,6
Желтозем	A	0—8	7,2	4,7	Нет	Нет	0,2	12,1
	B	45—55	6,6	2,5	»	»	4,4	13,5
	C	120—130	6,5	3,0	»	»	7,3	16,8
Краснозем	A	0—10	2,4	1,7	»	»	7,2	11,4
	B	30—40	2,8	1,3	»	»	5,1	9,3
	C	150—200	0,3	0,9	»	»	10,8	12,0



Методика оценки природно-экологического потенциала **естественных экосистем** в настоящее время не разработана. Тем более, что природные экосистемы присутствуют далеко не в каждом ППК.

Наличие обширных территорий, занятых естественными экосистемами является национальной особенностью отдельных немногочисленных стран мира, например Канады и России.



В большинстве стран доля таких территорий не превышает 10% площади страны (Англия, Финляндия, США, Швеция, Китай), а в промышленно развитых странах (Нидерланды, Германия, Франция, Италия, Япония) участков с нетронутыми природными экосистемами не осталось совсем.

Поэтому, для подавляющего большинства сложившихся ППК природно-экологический потенциал экосистем равен **нулю**.



# Сложившиеся ППК

В настоящее время техносферу образуют техносферные регионы стихийно сложившиеся еще с исторического времени.



*Барнаульский завод Акинфия Демидова, 1747 г.*

Для того, чтобы узнать, сбалансирован или нет сложившийся ППК, необходима методика оценки его параметров.





**ОАО «Сибэнергомаш», г. Барнаул**

## Техноёмкость территории

Для воздушной, водной и почвенной сред, комплексным показателем величины природно-экологического потенциала является техноёмкость ( $T_i$ ). **Техноёмкость природной среды** – величина максимального количества загрязнений, поступление которых среда может выдерживать в течение длительного времени без нарушения структурно-функциональных характеристик и при сохранении своего качества.

Техноёмкость  $i$  – ой среды  $T_i$  имеет размерность [условных тонн/год – у.т./год].

Сумма техноёмкостей воздушной, водной и почвенной среды дает общую техноёмкость территории размещения ПО:

$$T_{\text{региона}} = T_{\text{атмосферы}} + T_{\text{водных объектов}} + T_{\text{почвы}}$$

Техноёмкость  $i$  – ой среды по сумме вредных веществ от  $j = 1$  до  $j = m$ , можно рассчитать по формуле:

$$T_i = V_i \cdot \sum_{j=1}^{j=m} (C_{ij} \cdot F_{ij}),$$

где:  $V_i$  – объем (пространство), занимаемое  $i$  – ой средой ( $m^3$ );

$C_{ij}$  – фоновая концентрация  $j$ -го вредного вещества в  $i$  –ой среде (у.т./ $m^3$ );

$F_{ij}$  – кратность обновления запаса массы  $j$ -го вредного вещества, одномоментно присутствующего в объеме  $i$  –ой среды (1/год).

$F_{ij}$  может принимать любое положительное значение. Как правило воздух:  $F_{ij} \gg 1$ , вода:  $F_{ij} \geq 1$ , почва  $F_{ij} < 1$

Объем воздушной среды подсчитывается по формуле:  $V_{атм} = S_T \times H_a$ ,

объем водной среды определяется как  $V_{водн} = M_{водн} / \rho$

( $M_{водн}$  – запасы воды в тоннах,  $\rho$  т/ $m^3$  – средняя плотность воды),

объем почвы:  $V_{почв} = S_T \times H_p$ .



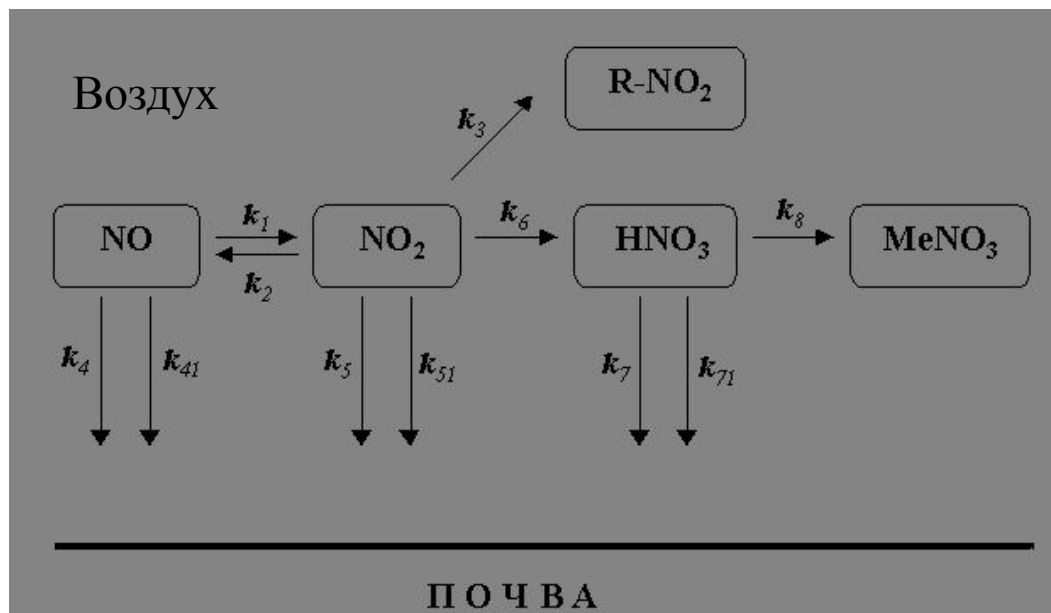
Фоновые концентрации вредных веществ в природных средах получаются в процессе усреднения многолетних периодических инструментальных измерений (фонового мониторинга) показателей окружающей среды.

Кратности обновления запасов вещества могут быть получены путем расчета по математическим моделям процессов миграции и трансформации загрязнителей в природной среде.

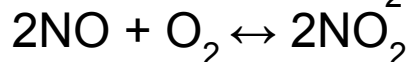
Комплексная математическая модель региона размещения ПО (техносферного региона) должна описывать

- процессы атмосферного переноса и рассеивания примесей,
- процессы вымывания загрязнений из атмосферы осадками,
- процессы осаждения загрязнителей из атмосферы на почву,
- процессы растворения загрязнителей почвенной влагой,
- перенос загрязнителей потоками почвенной влаги,
- перемешивание и перенос загрязнений в водных объектах,
- кинетику химических реакций обезвреживания загрязнителей за счет фотохимических, химических, биохимических и ферментативных реакций в воздушной, водной, почвенной средах и в природных экосистемах.

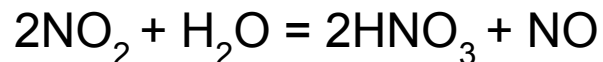
# Модель трансформации оксидов азота в окружающей среде



Монооксид азота (NO) способен легко соединяться без всякого нагревания с кислородом с образованием двуокси азота NO<sub>2</sub>:



При взаимодействии с атмосферной влагой образует азотную кислоту:



Остающийся при этом монооксид азота вновь подвергается окислению и т. д.

Азотная кислота является сильной кислотой. Легко взаимодействует с большинством металлов (кроме золота и платины). Азотная вступает в различные реакции, конечные продукты которых представляют неорганические нитраты и органические нитросоединения.

Константы  $k_i$  модели (см. табл.1) отражают скорость превращений одного вещества в другое.

Процесс	Обозначение	Константа скорости, час <sup>-1</sup>
Окисление: NO до NO <sub>2</sub>	$k_1$	0,800
Фотолиз: NO <sub>2</sub> в NO	$k_2$	0,010
Взаимодействие с органикой	$k_3$	0,025
Вымывание NO в почву	$k_4$	0,010
Поглощение NO почвой	$k_{41}$	0,010
Вымывание NO <sub>2</sub> в почву	$k_5$	0,010
Поглощение NO <sub>2</sub> почвой	$k_{51}$	0,010
Окисление NO <sub>2</sub> в HNO <sub>3</sub>	$k_6$	0,120
Вымывание HNO <sub>3</sub> в почву	$k_7$	0,012
Поглощение HNO <sub>3</sub> почвой	$k_{71}$	0,020
Нейтрализация HNO <sub>3</sub> → MeNO <sub>3</sub>	$k_8$	0,010

На основе схемы составлена модель трансформации монооксида азота в атмосфере. В качестве исходных данных в модели используются: объем залпового выброса монооксида азота, первоначальная (фоновая) концентрация каждого из оксидов, количество и фоновая кислотность осадков, константы скоростей рассматриваемых химических реакций. Модель позволяет рассчитать поток азотной кислоты, выпадающей на почву и изменение кислотности выпадающих осадков.

## Критерий устойчивости ППК по потокам вещества

Задачей создания устойчивого ППК, является согласование показателя отходности ПО, размещаемых в выбранном регионе, с техноёмкостью данного региона. При этом нужно учесть возможность поступления загрязняющих веществ от природных источников и из-за пределов ППК (трансграничное загрязнение).

Математически, критерий устойчивости сбалансированного ППК, можно записать так:

$$(M_{\text{отходность}} + M_{\text{трансграничное}} + M_{\text{естественного загрязнения}}) \leq T_{\text{региона}}, \text{ (у.т./год)}$$

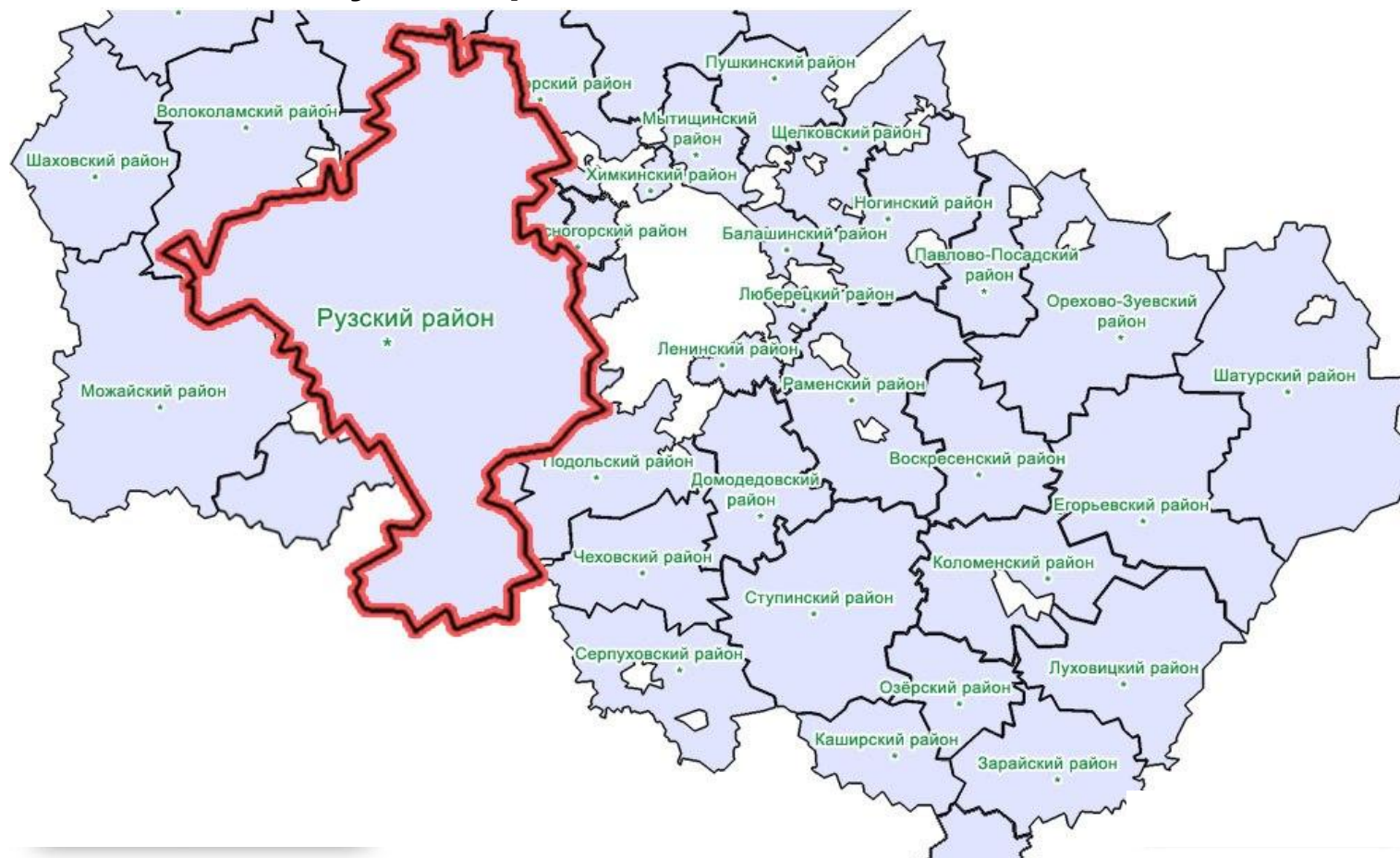
При работе всех производственных объектов на полную мощность и соблюдении приведённого выше условия, природная среда на территории сбалансированных ППК сможет эффективно самоочищаться и самовосстанавливаться. Экосистемы в этом случае не будут деградировать, а будут сохранять свои функции и качество в течение неопределённо долгого времени. Новая индустрия, создаваемая путём интеграционных связей устойчивых ППК сделает возможным дальнейшее материальное, научно-техническое и культурное развитие человечества, но происходящее не стихийно, а логистически, то есть в полном согласии с принципами построения и ограничениями биосферы.



# Пример анализа ППК с помощью расчетов техноёмкости

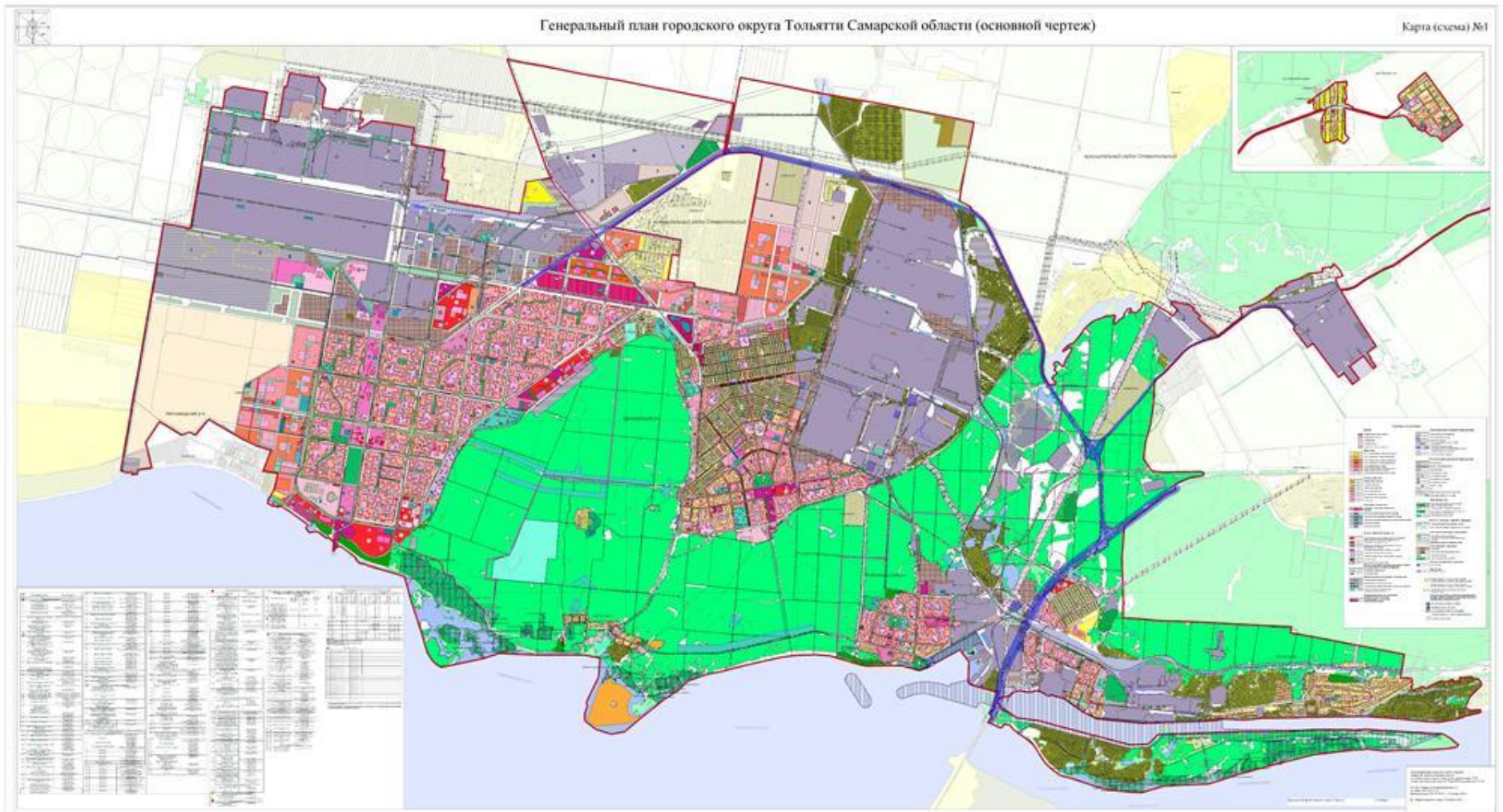
Акимова Т. А., Кузьмин А. П., Хаскин В. В. **Экология. Природа-Человек-Техника: учебник для вузов** – М.: Экономика, 2007.

## Анализируемые ППК: Рузский район Московской области



(в административных границах до образования Новой Москвы)

# Город Тольятти с окрестностями



Включая левобережную часть приплотинного участка Куйбышевского водохранилища

## Сравнение показателей анализируемых ППК

Показатель	Рузский район	Тольятти
Площадь территории, кв.км	1559	714
Численность населения, тыс. чел.	68,8	652
Суммарная отходность ПО, у.т./год	7 773	717 224
Техноёмкость воздушной среды, у.т./год	63 959 (ПЗА IV)	74 006 (ПЗА V)
Техноёмкость водной среды, у.т./год	44 100	245 875
Техноёмкость почвы, у.т./год	21 490	11 462
Суммарная техноёмкость территории, у.т./год	129 549	331 343
Отношение отходности к техноёмкости	0,06	2,15

Рузский район Московской области относится к территориям экологического резерва, т.к. суммарная отходность всех ПО на его территории намного ниже техноёмкости природной среды. Этот ППК устойчив и допускает размещение дополнительных ПО (жилая застройка Новой Москвы).

Город Тольятти относится к территориям экологического неблагополучия, т.к. техногенная нагрузка превышает более чем в два раза возможности природной среды по самоочищению и самовосстановлению. Поэтому в ППК наблюдается обратимое снижение качества природной среды, требующее уменьшения антропогенной и техногенной нагрузки.

## Преобразование сложившихся ППК в экотехносферные регионы

Преобразование сложившихся природно-промышленных комплексов проводится с целью улучшения экологической ситуации на его территории.

Для каждого типа территорий необходимо разработать план приоритетных мероприятий по улучшению экологической ситуации:

- модернизация, ликвидация, перемещение или перепрофилирование производственных объектов с целью снижения техногенной и антропогенной нагрузки;
- восстановление естественных экосистем и качества природных сред с целью повышения природно-экологического потенциала территории региона;
- создание природоподобной экотехносферы, основанной на принципе замкнутости материальных потоков, производстве пищи и утилизации отходов с использованием функций «живого вещества» биосферы с целью восстановления биотической регуляции параметров окружающей среды на планете.



# ГМК «Норильский никель»

Основной экологической проблемой ГМК «Норильский никель» являются выбросы диоксида серы в атмосферу предприятий Заполярного филиала Компании.

*Суммарный выброс в атмосферу составляет 4,5 млн. тонн в год, или 24% от выброса всех стационарных источников на территории России.*

Стратегия производственно-технического развития Компании на период до 2025 года предлагает следующие способы решения данной проблемы:

- проведение реконструкции обогатительных мощностей с внедрением современных технологий, что позволит исключить операцию химического обогащения;
- закрытие всех цехов Никелевого завода, что позволит полностью ликвидировать источники выбросов с этой производственной площадки, перевести все выбросы на площадку Надеждинского металлургического завода, значительно удаленную от жилых зон;
- создание сероутилизационных производств на Медном и Надеждинском металлургическом заводах.





**Никелевый завод, г. Норильск**



**Медный завод ГК «Норильский никель»**

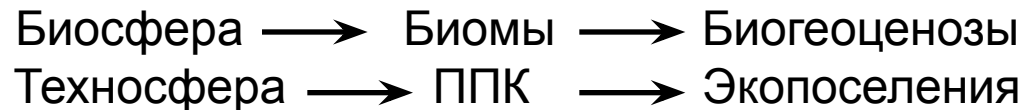


**Надеждинский МЗ ГМК «Норильский никель»**

## Принципы создания устойчивых ППК

Знание принципов построения сбалансированных природно-промышленных комплексов, то есть правил взаимодействия между компонентами ППК позволит создавать устойчивые техносферные регионы даже на основе традиционной техники и технологий.

### Принцип подобия построения техносферы и биосферы:



Эта концепция может быть применена также и к техносферным системам, но разница заключается в том, что взаимодействие между производственными объектами в техносфере может возникнуть спонтанно или может быть запланировано. Планируемое промышленное взаимодействие (симбиоз) позволит создать саморазвивающиеся природно-промышленные комплексы, которые по экологическим показателям значительно превосходят возникающие спонтанно.

Мэриан Чертоу в книге «Промышленная экология» назвала такие системы «экоиндустриальными парками» - *eco-industrial park (EIP)* и подразделила их на пять типов.





Зарубежный учебник

# ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ



Т.Е. Гридэл

Б.Р. Алленби

**Название:** Промышленная экология

**Автор:** Гридэл Т.Е., Алленби Б.Р.

**Издательство:** М.: Юнити-Дана

**Год:** 2012

**Страниц:** 527

**ISBN:** 5-238-00620-9

**Серия:** Зарубежный учебник



## **1. EIP 1-го типа: обмен отходами.**

В этих ситуациях восстановленные материалы отдаются безвозмездно или продаются другим организациям. Некоторые из обменов носят неформальный или случайный характер, в то время как другие совершаются через сети обмена отходами. Распространенный пример - пункт приема автомобильного лома, где восстанавливаются и продаются автодетали, готовятся металлический корпус и шасси для рециклирования. Однако эти взаимодействия в сущности не запланированы, так что обмена ресурсами недостаточно для того, чтобы считать EIP 1-го типа примерами промышленного симбиоза.

## **2. EIP 2-го типа: симбиоз в рамках предприятия, фирмы или организации.**

Здесь материалами или продуктами обмениваются в границах отдельной организации, но между различными организационными подразделениями. Это распространенный подход к проектированию, например, нефтехимических комплексов, где побочный продукт одного химического процесса служит сырьем другого.

### 3. EIP 3-го типа: симбиоз между расположенными рядом фирмами в определенной промышленной зоне.



Рис. 22.3

Потоки ресурсов в интегрированной биосистеме Монфорт Бойз Таун в Суве, Фиджи

Организации, расположенные близко друг к другу, возможно, в специально созданном промышленном парке, организуются так, чтобы обмениваться энергией, водой и материалами.

Пример такой системы — Monfort Boys Town в г. Суве, Фиджи. Здесь отходы пивоварения обеспечивают создание EIP, включающего выращивание грибов, разведение свиней, рыбы и овощное хозяйство.

#### 4. EIP 4-го типа: симбиоз между организациями, не расположенными в непосредственной близости.

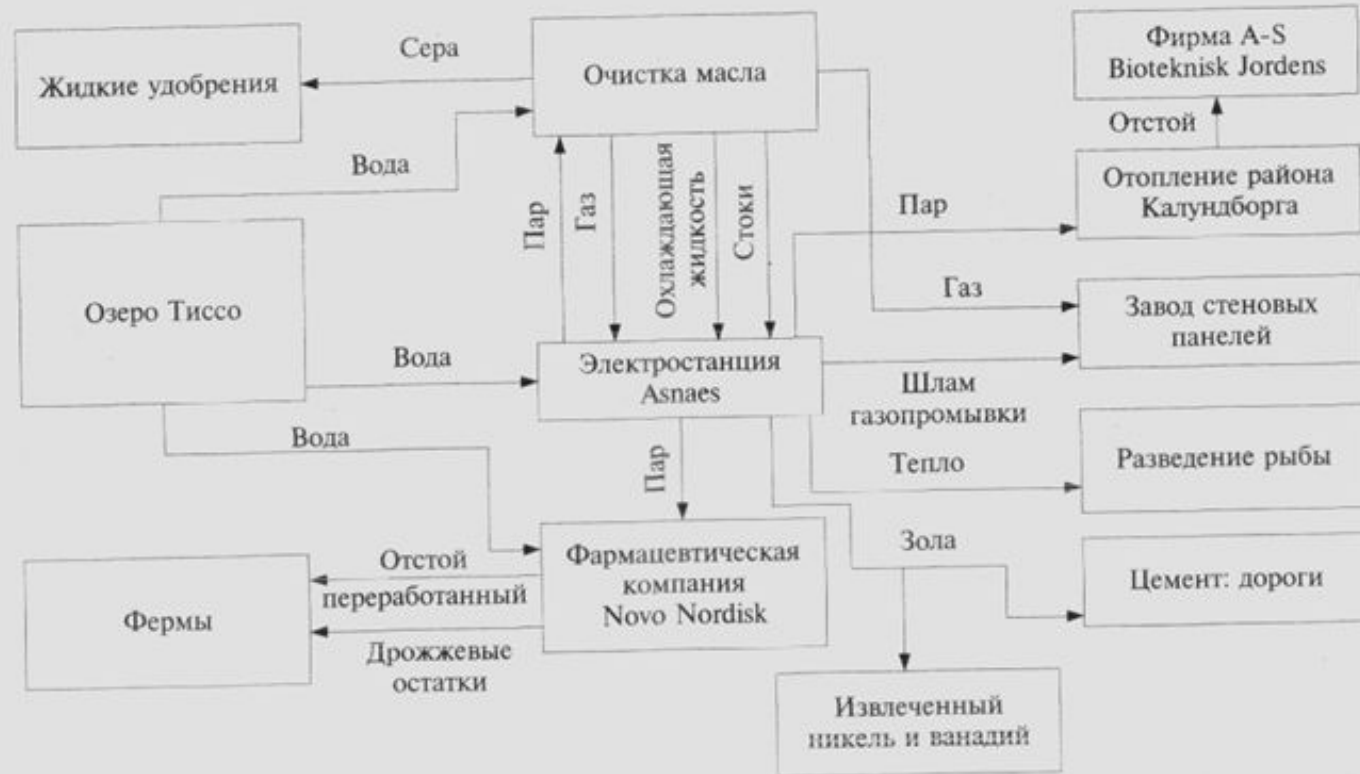


Рис. 22.4  
Потоки ресурсов в экоиндустриальной системе в Калундборге, Дания

Примером системы 4-го типа может служить Калундборг (Каланборг), Дания, в котором несколько фирм в радиусе 3 км обмениваются паром, теплом, золой, серой и рядом других ресурсов.

Не запланированный как EIP, Калундборг стал им, образовав ряд «зеленых объединений», каждое из которых было экономически выгодным.



### **Калундборг (Дания)**

Калуннборг (датск. Kalundborg) — город и порт в Дании на западном берегу острова Зеландия, у залива Калуннборг-Фьорд (датск. Kalundborg Fjord). Административный центр коммуны Калуннборг (область Южная Дания). Население 16 250 чел.

## 5. EIP 5-го типа: симбиоз между объектами, организованный в регионе.

В принципе сюда в качестве объектов можно включить любые или все типы EIP, описанные выше. Чтобы EIP 5-го типа был успешным, а ни один пока не был реализован, возможно, потребуются активная управленческая организация для определения дополнительных возможностей объединения и вовлечения потенциальных промышленных партнеров.

Сбалансированный устойчивый ППК как раз и является экоиндустриальным парком 5 типа по приведённой классификации.

Ключом для эффективного широкомасштабного построения EIP служит высокая степень соответствия между входными и выходными потоками вещества между компонентами системы (экопоселениями, в первую очередь – промонами).

Основные потоки вещества: **вода** - который превосходит все другие потоки; также очень велик поток **полезных ископаемых (руды)**. **Строительные материалы** и используемые для производства энергии **ископаемое топливо** дают самые крупные входящие потоки; **диоксид углерода** от сжигания ископаемого топлива дает самый большой исходящий поток.

Сейчас входящие и исходящие потоки многих регионов не уравнивают друг друга - явно существует рост запасов внутри региона. Такой рост можно рассматривать как технологический аналог роста биологического организма; очевидно, он не может поддерживаться бесконечно.



## Заключение



«Мечта Алексея Бычкова» – кадр из фильма «Начальник Чукотки», 1966 г.

**Создание экотехносферы (ЕПР 5-го типа) – исторически предопределённая задача России**