

A rural landscape featuring a dirt road that curves through a field. On the left, there is a field of tall, dry stalks, possibly corn. The ground is covered with green and brown grass. In the background, there are trees and a grey, overcast sky. The text is overlaid in the center of the image.

**ПУТИ УТИЛИЗАЦИИ
ДЕПОНИРОВАННЫХ ОСАДКОВ
СТОЧНЫХ ВОД**

Иловые площадки очистных сооружений г.Луганска



а) подготовленные к заполнению;

б) заросшие старые бурты с осадками.

Иловые площадки очистных сооружений Луганской области







Способы обработки осадков сточных вод в странах ЕС

Способы обработки	Объем в 1998 г., %	Объем в 2005 г., %	В Украине
Ликвидация			
Сжигание	13	38	0
Складирование	48	10	95
Сброс в море	5	0	0
Утилизация			
Использование в сельском хозяйстве	32	45	5
Компостирование	2	7	0

Требования к содержанию тяжелых металлов в осадках сточных вод, используемых для удобрений (мг/кг сухого вещества) в некоторых странах

Страна	Co	Ni	Sr	Cu	Zn	Pb	Cr ⁺³	Cd	Hg	Fe	Mn
Украина (ТУ 204 Укр. 76-93)	100	200	300	1500	2500	750	750	30	15	25000	2000
Россия (СанПин 2.1.7.573-96)	—	400	—	1500	4000	1000	1200	30	—	—	2000
Страны Европейского Союза (Директива ЕС № 86/278)	—	300-400	—	1000-1750	250-4000	750-1200	—	20-40	16-25	—	—
США	—	150	—	750	1500	500	500	50	—	—	—

Химический состав осадков сточных вод г.Луганска

Характеристика органической и минеральной составляющей осадков, %

Вид осадка	Органич. вещества	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃
Осадок >15 лет	33,4	26,56	9,45	6,56	0,23	12,69	2,72	3,44	0,79	0,51	3,22
Осадок свежий	61,1	14,0	4,41	3,47	0,25	9,18	0,39	3,44	0,52	0,58	3,24

Содержание тяжелых металлов в осадке сточных вод, мг/кг

Вид осадка	Zn	Cu	Cr	Cd	Ni	Co	Mn	Pb
Осадок >15 лет	7149	1301	1834	1250	7164	125	554	274
Осадок свежий	611	277	214	57	391	7,7	358	111

Физические свойства ОСВ г.Луганска

Гранулометрический состав			Истинная плотность, г/см ³	Насыпная плотность, г/см ³
Сито с размером ячеек, мм	Осадок с иловых площадок	Песок с песколовков		
	остаток на сите, %			
1,25	9,76	6,6	1,95÷2,4	0,4÷1,07
0,8	22,32	4,1		
0,63	6,92	2,7		
0,4	17,93	10,4		
0,2	19,33	43,3		
0,1	10,16	24,8		
0,071	3,05	3,8		
>0,071	7,64	4,3		

Плотность ОСВ, кг/м³

Тип осадка	Плотность истинная	Плотность насыпная
Тип I	1,89	0,74
Тип II	2,28	0,75
Тип III	2,31	0,75

Содержание частиц в ОСВ по фракциям

Размер фракций, мм	Количество, %
>50	0,15-0,5
50-0,1	2,45-46,15
0,1-0,05	0,21-41,44
0,05-0,01	15,81-55,6
0,01-0,005	0,88-25,29
<0,005	4,42-25,08

Характеристика твердого вещества осадков, %

Вид осадка	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	п.п.п.
Тип I	14,0	4,41	3,47	0,25	0,39	9,18	3,44	0,52	0,58	3,24	61,1
Тип II	26,56	9,45	6,56	0,23	2,72	12,69	3,44	0,79	0,51	3,22	33,4
Тип III	46,30	10,05	9,25	0,40	1,94	6,10	1,84	0,95	0,80	1,60	21,1

Содержание в осадке тяжелых металлов, мг/кг (г/т)

Осадок	Hg	Pb	Cu	Mn	Ni	Cr	Co	Cd	Zn
Октябрьской СБО (г.Луганск)	3,2-7,2	7,8-215	480-1000	406-1115	175-1220	760-2416	26-48	34-135	1014-2320
ПДК в почве	2,1	32,0	3,0	1500,0	4,0	6,0	5,0	4,0	23,0

Элементный состав осадков, %

Вид осадка	Si	Al	Fe	Ti	Mg	Ca	P	K	Na	S
Тип I	8,1	2,4	2,6	0,15	0,24	6,4	1,5	0,70	0,36	1,3
Тип II	15,5	5,0	4,6	0,14	1,69	9,0	1,51	0,65	0,38	1,28
Тип III	21,70	5,3	6,5	0,24	1,20	4,30	0,80	0,78	0,60	0,64

Сравнительная таблица элементного состава почв и лежалых осадков, %

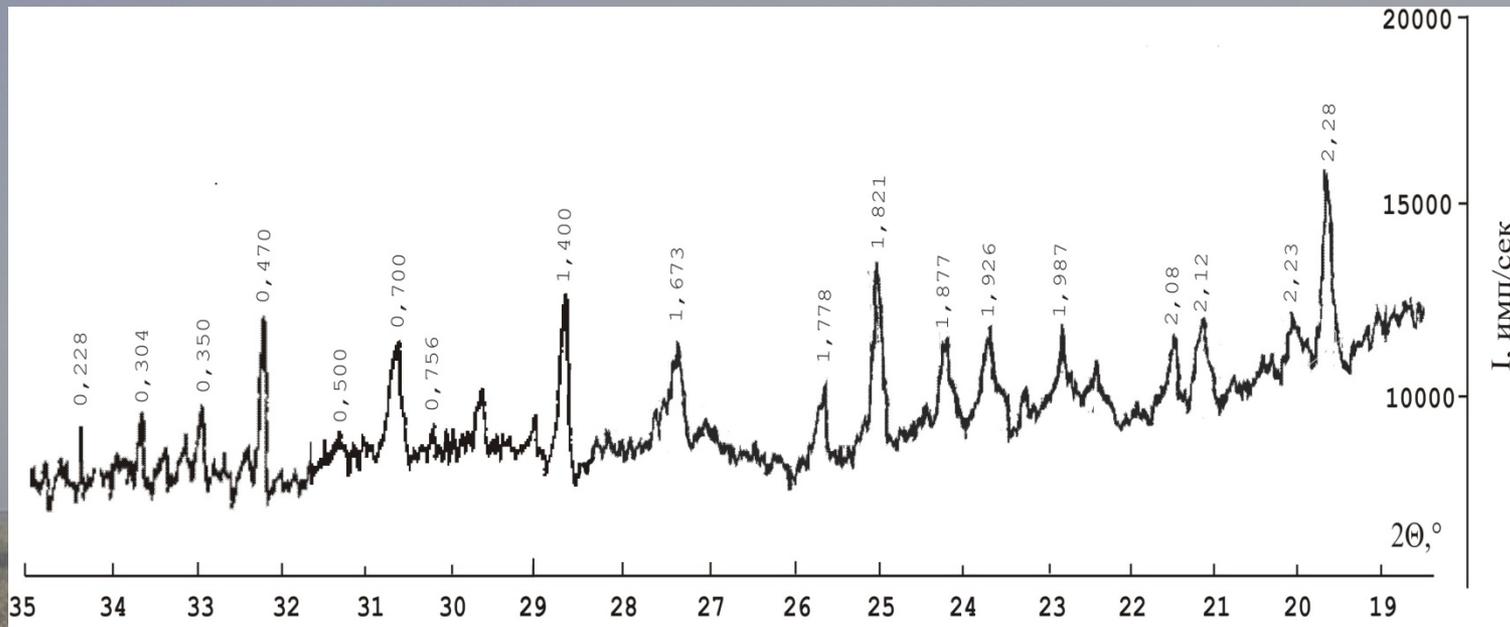
Элемент	Интервалы концентраций элементов важнейших почв (по [15])	Лежалые осадки		
		Тип I	Тип II	Тип III
Si	26-44	8,1	15,5	21,7
Al	1-8	2,4	5,0	5,3
Fe	0,5-6,0	2,6	4,6	6,5
Ca	0,3-5,0	6,9	9,0	4,3
K	0,2-3	0,7	0,65	0,78
Na	0,2-2	0,36	0,38	0,6
Mg	0,1-2	0,24	1,69	1,2
Ti	0,2-0,5	0,15	0,14	0,24
Mn	0,01-0,3	—*	—	—
C _{орган}	0,5...4	48,5	18,0	8,1
N	0,03-0,2	8,1	4,6	3,9
P	0,02-0,1	1,5	1,51	0,8
S	0,02-0,2	1,3	1,28	0,64

* Примечание – данные отсутствуют

Место лежалых осадков в системе основных типов почв

Вид почвы	Средний элементный состав, %											
	C _{орга} н	N	P	S	Si	Al	Fe	Ti	Ca	Mg	K	Na
Лежалые осадки:												
тип I	48,5	8,1	1,5	1,3	8,1	2,4	2,6	0,15	6,9	0,24	0,7	0,36
тип II	18,0	4,6	1,51	1,28	15,5	5,0	4,6	0,14	9,0	1,69	0,65	0,38
тип III	8,1	3,9	0,8	0,64	21,7	5,3	6,5	0,24	4,3	1,2	0,78	0,6
Торфяные	53,3	1,9	0,2	0,24	1,0	0,12	0,50	–	1,2	0,13	0,30	0,07
Подзолистые:												
суглинистые	0,66	0,08	0,054	0,03	34,86	6,33	3,02	0,28	0,78	0,72	2,04	1,28
супесчаные	0,67	0,06	0,022	0,02	39,57	4,31	1,16	–	0,58	0,70	1,81	0,90
песчаные	0,64	0,06	0,022	0,03	43,77	1,72	0,55	–	0,28	0,09	0,33	0,16
Черноземы Разные	2,2	0,38	0,071	0,156	34,71	6,86	3,59	0,46	3,38	0,96	1,35	0,65
Каштановые	1,15	0,115	0,022	0,076	43,77	1,08	0,70	–	0,28	0,18	0,27	0,30
Красноземы	1,81	0,11	0,07	0,08	25,86	7,21	3,89	–	5,04	1,44	1,80	1,16
Сероземы	2,5	0,07	0,06	0,09	32,94	6,6	3,24	0,38	1,76	0,92	1,7	1,02
Почва в среднем	1,4	–	0,04	0,03	33,0	6,25	3,30	–	2,05	0,91	1,91	1,0

Рис .1. Рентгенограмма твердого вещества ОСВ



Результаты обработки рентгенограммы

Минерал	Формула	Межплоскостное расстояние d
Монтмориллонит	$(Ca, Mn, Na\dots)(Al, Mg)_2 \times (OH)_2 [Si, Al)_4 O_{10}] \times nH_2O$	1,40; 0,70; 0,47; 0,35
Кварц	SiO_2	1,87; 2,12; 2,28
Гидрослюда (иллит)	$(Ca, Mg\dots)(Mg, Fe^{2+}) \times (OH)_2 [Si, Al)_4 O_{10}] \times 4H_2O$	1,673; 1,987; 1,821
Каолинит	$Al_4(OH)_8 [Si_4 O_{10}]$	1,877; 1,926; 2,08
Кальцит	$CaCO_3$	0,28; 0,304; 0,756

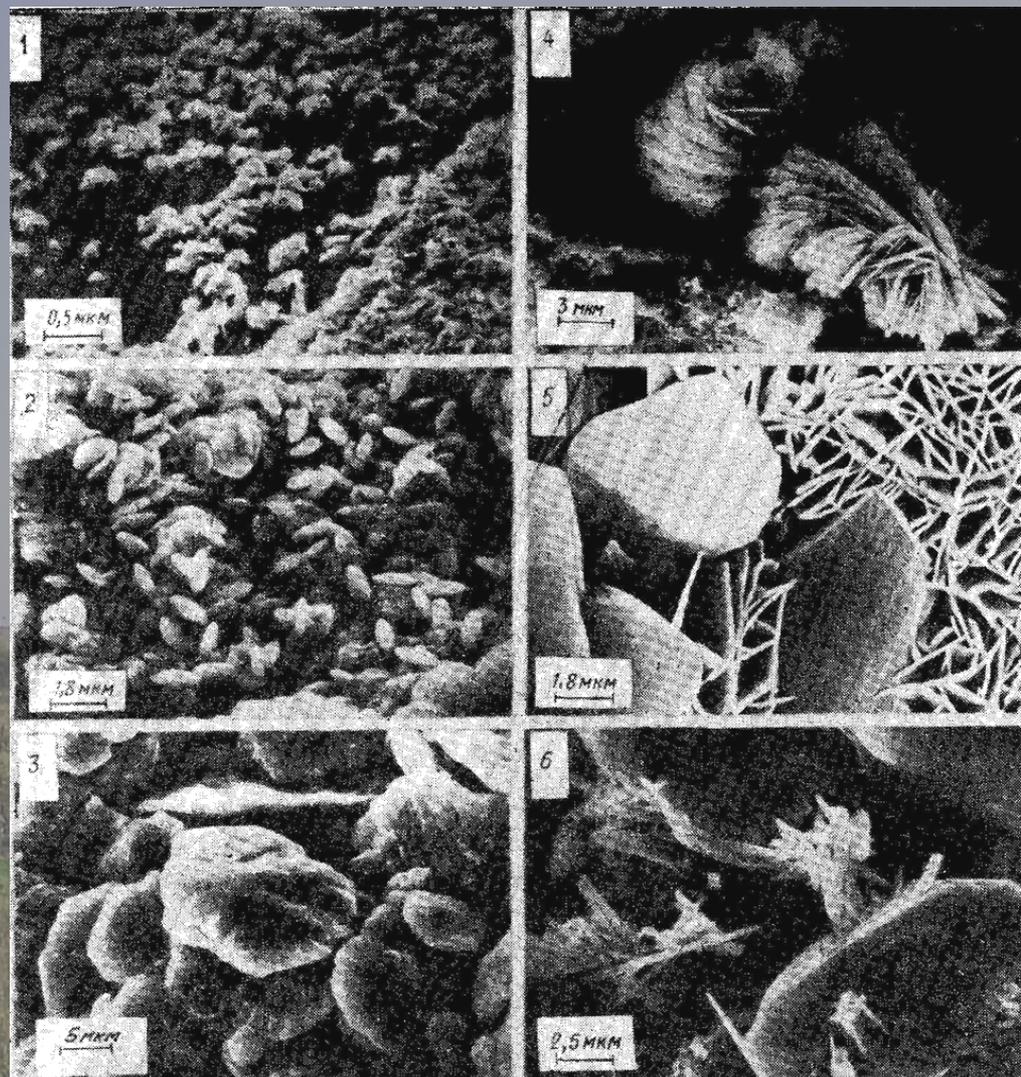


Рис .2. Растровая электронная микроскопия минеральных фаз почв:

1 – тонкодисперсный гётит на поверхности минеральной частицы; 2 – чечевицеобразные кристаллы гематита (латерит); 3 – выделение кристаллов гипса; 4 – пластинчатые кристаллы барита в составе Fe-M-карбонатных новообразований (пойменная почва); 5 – сочетания кальцита и манганита (пластинчатосотовые выделения) в марганцовисто-карбонатных конкрециях; 6 – игольчато-призмовидные выделения тенардита (в центре) и кристаллы галита в засоленной почве.

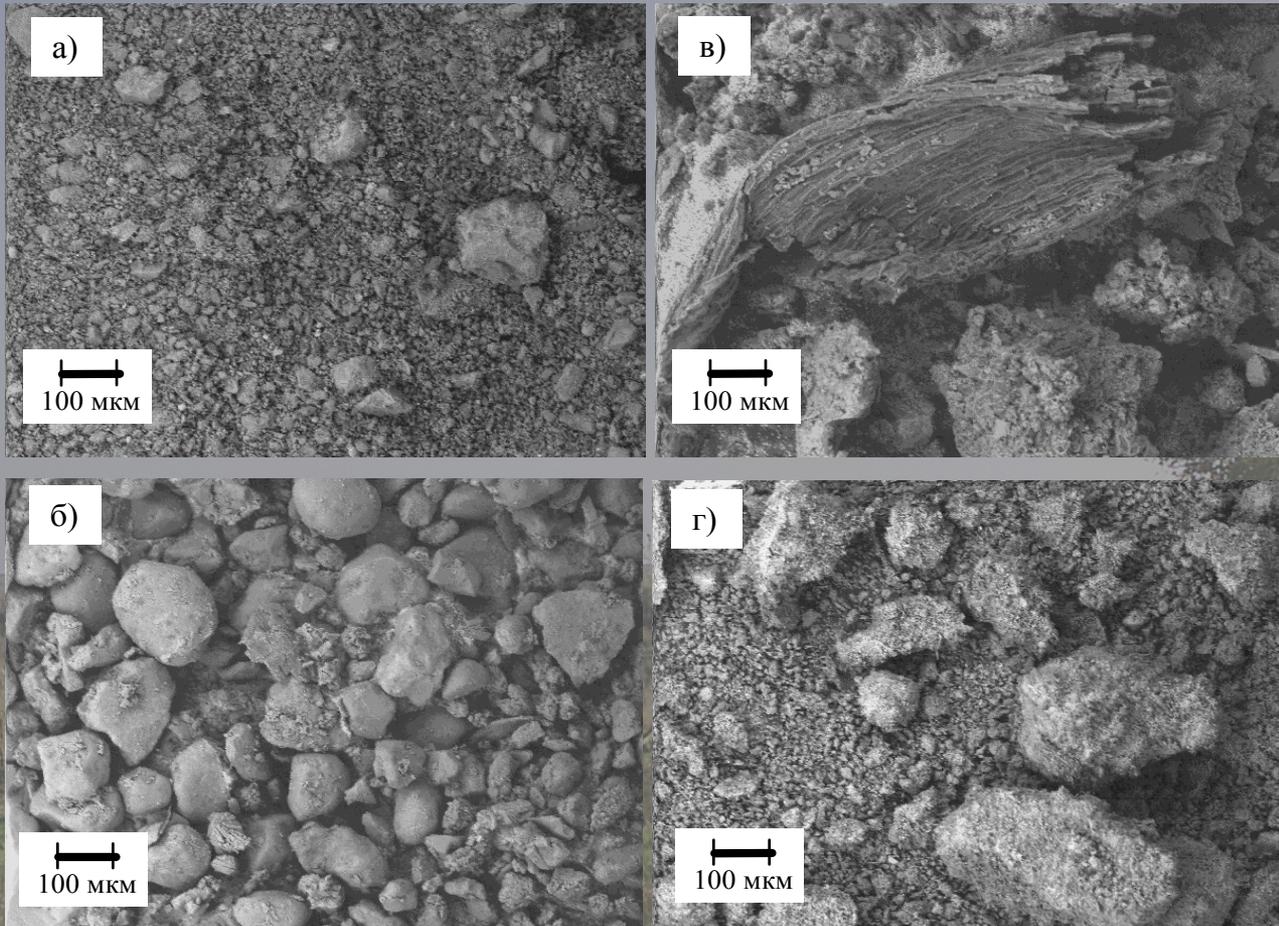


Рис. 3. Растровая электронная микроскопия
а) доломитовый порошок – $MgCa(CO_3)_2$;
б) кварцевый песок с пескоплощадок очистных сооружений;
в) лежалый осадок типа II (7 лет складирования);
г) лежалый осадок типа III (более 12 лет складирования).

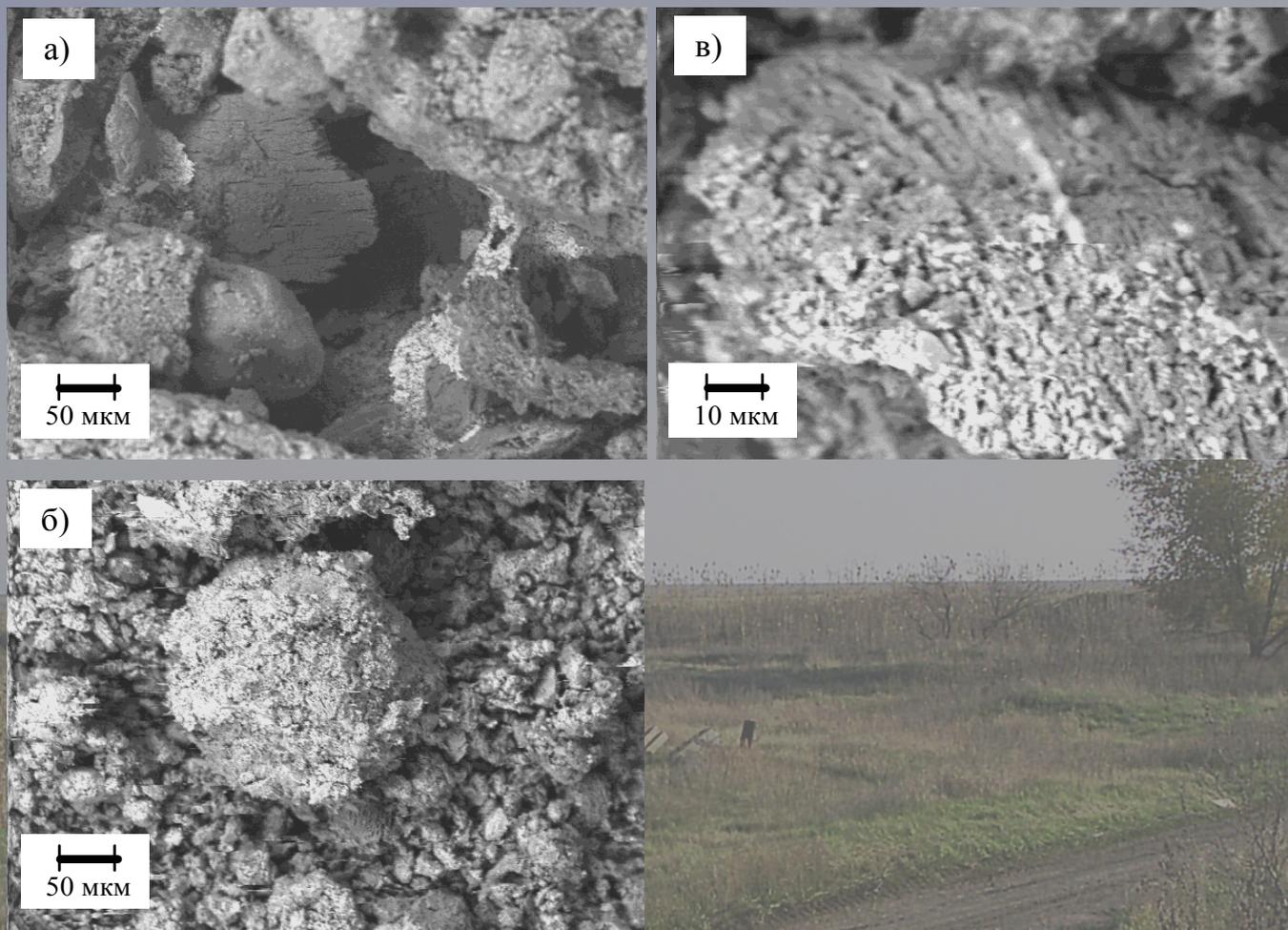


Рис. 4. Частицы органогенного вещества почвы (лежалого осадка)

а) частицы почвы в сухом состоянии – увелич. 200 \times ;

б) частицы этой же почвы после прокаливания (зола) – увелич. 200 \times ;

в) фрагмент поверхности золы – увелич. 1000 \times .

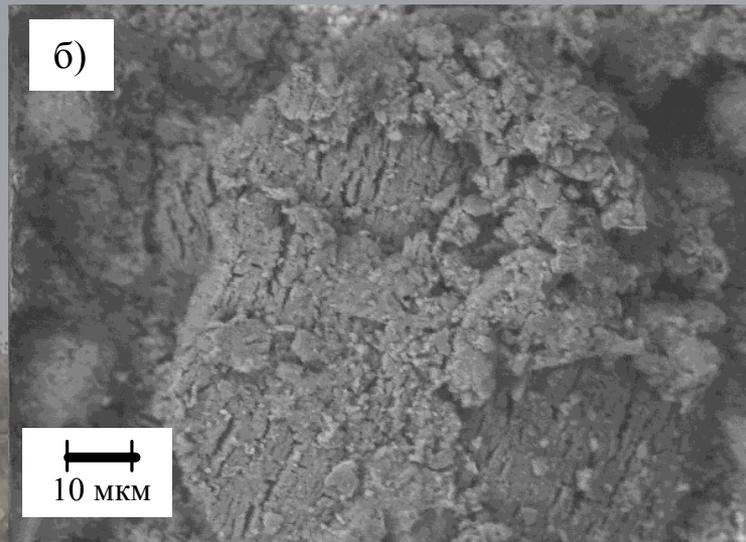
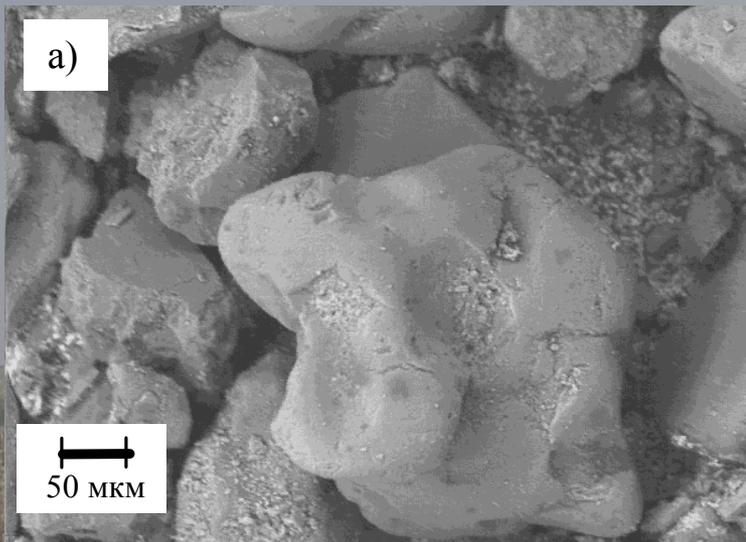


Рис .5. Микрофотографии кварцевой частицы:

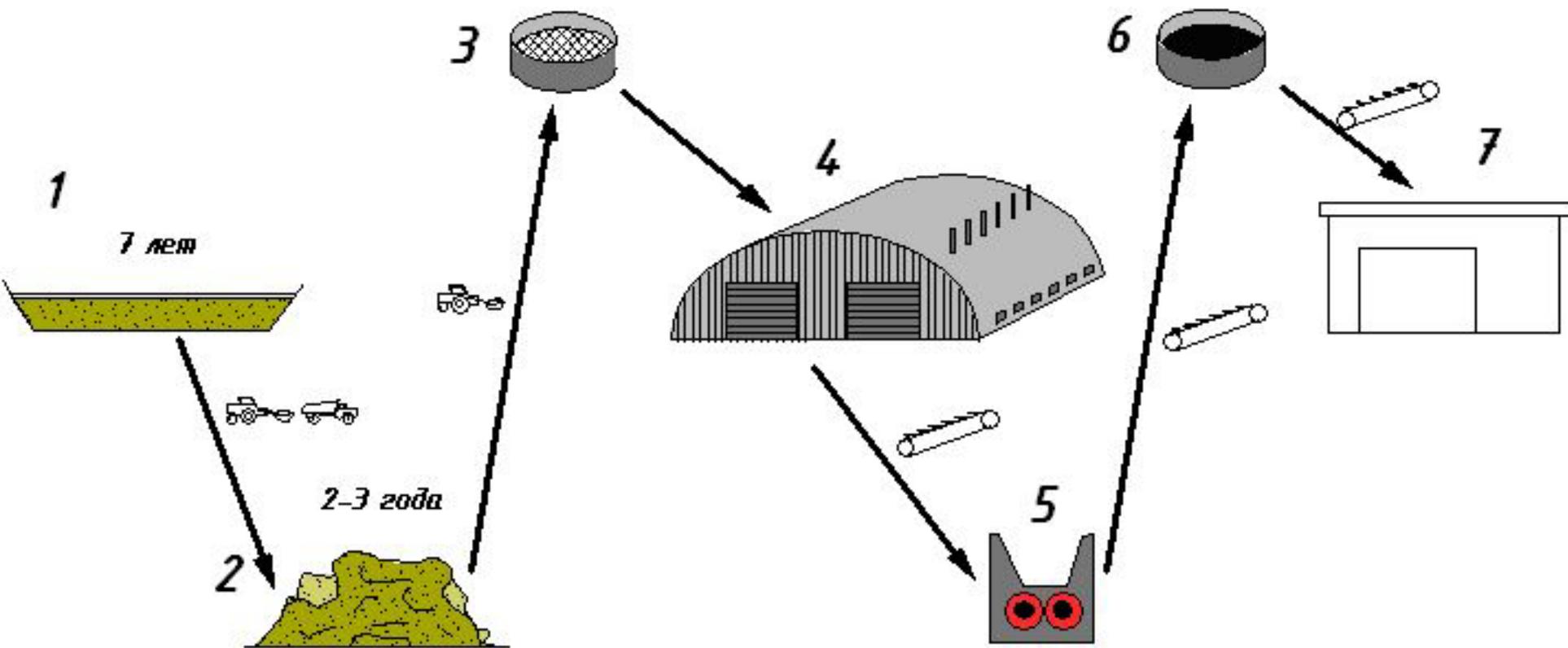
а) локальная адсорбция вещества на поверхности частицы, увелич. 200^х;

б) фрагмент поверхности частицы с адсорбированным веществом, увелич. 1000^х.

A rural landscape featuring a dirt road that curves through green fields. In the background, there is a field of tall corn stalks and a few trees under a clear, light blue sky. The overall scene is bright and open.

УТИЛИЗАЦИЯ ОСВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Предлагаемая технологическая цепочка по подготовке ОСВ к утилизации в дорожном строительстве



1) иловые площадки;
2) отвалы;
3) просев через сито 5 мм;
4) естественная сушка в ангаре;

5) измельчение на валковой мельнице;
6) просев через сито 1,25 мм;
7) склад.

Внешний вид ОСВ на различных этапах подготовки



а) в естественном виде

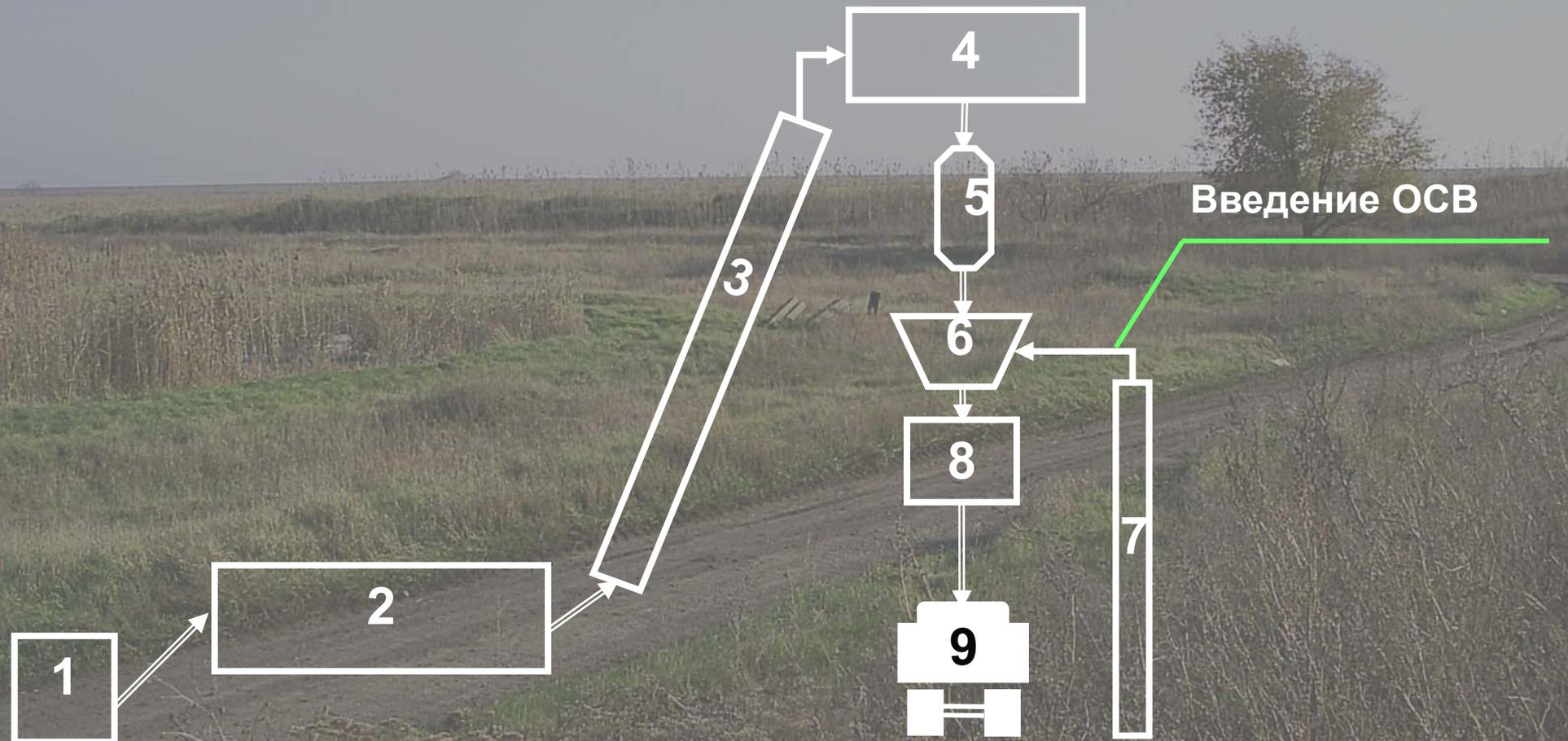


б) просеянный через сито 5 мм



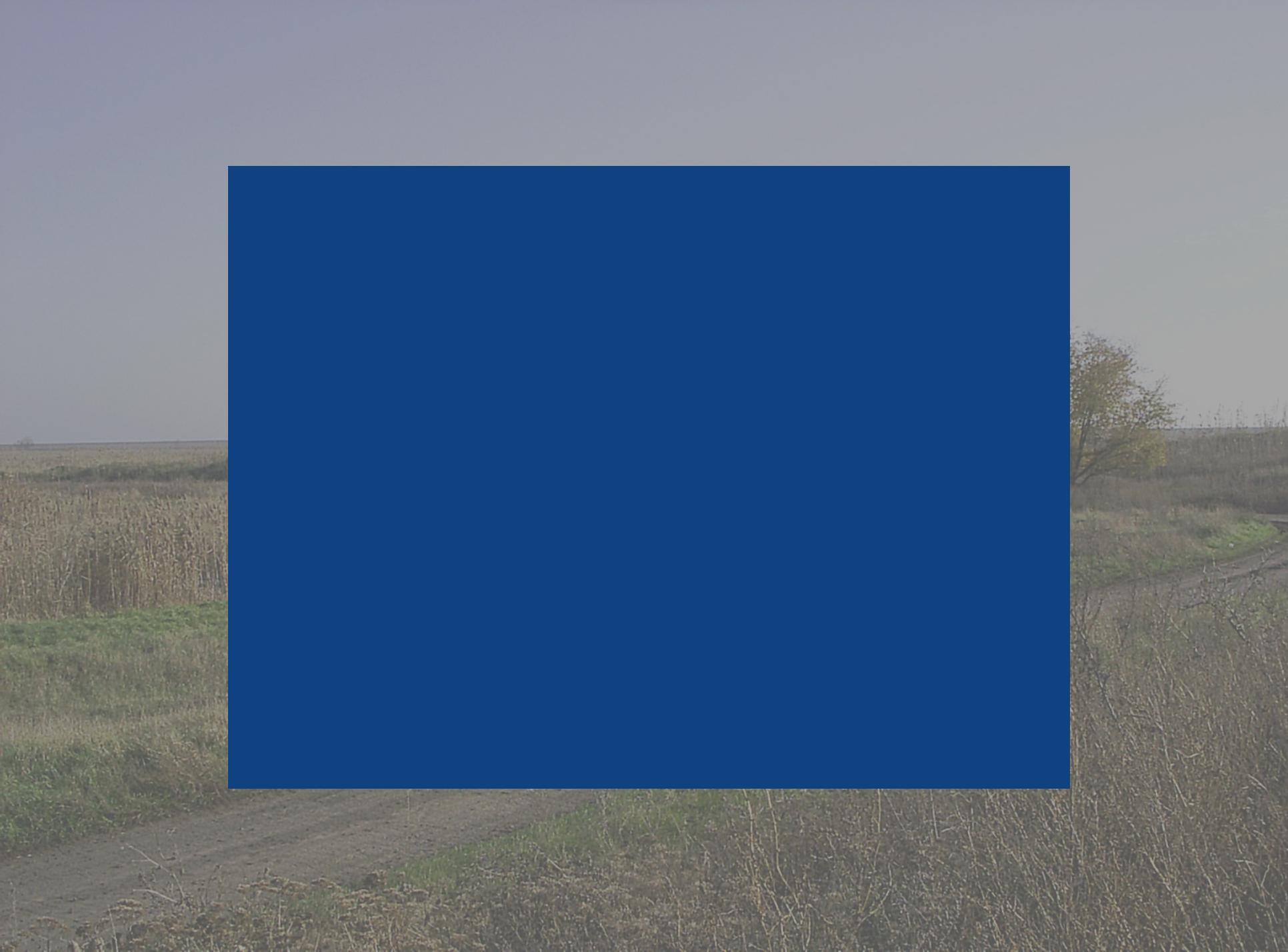
в) полученный материал

Схема процесса изготовления асфальтобетонной смеси с введением ОСВ



Физико-механические свойства асфальтобетонов с добавками ОСВ

№ п/ п	Состав асфальтобетона (плотный, тип А)	Водона- сыщение, %	Набухание, %	Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре			Коэффици- ент водоус- тойчивости
				20°С	50°С	вод.	
1	Щебень – 35%; Отсев дробления – 65%	0,6	0,12	6,40	2,05	5,56	0,87
2	Щебень – 35%; Отсев дробления – 63%; Осадок с площадок складирования – 2%.	0,55	0,15	6,10	1,65	5,70	0,93
3	Щебень – 35%; Отсев дробления – 61%; Осадок с площадок складирования – 4%.	0,97	0,15	6,25	1,92	5,60	0,89
4	Щебень – 35%; Отсев дробления – 59%; Осадок с площадок складирования – 6%.	0,65	0,06	7,40	3,0	6,80	0,91
5	Щебень – 35%; Отсев дробления – 57%; Осадок с площадок складирования – 8%.	1,22	0,18	8,0	3,3	6,9	0,86
6	Требования ДСТУ Б В.2.7- 119-2003 (марка II, верхние слои)	1,5-3,5	не более 0,85	2,4	1,2	-	не менее 0,85
7	Требования ДСТУ Б В.2.7- 119-2003 (марка II, нижние слои)	не более 10	-	1,5	-	-	не менее 0,6



Эколого-экономическая эффективность предложенной технологии

Коэффициент безотходности - K_B

$$K_B = 0,33 \cdot (K_E^T + K_E^Ж + K_E^Г) = 0,33 \cdot (100 + (5 - 40) + 0) = 35 - 46\%$$

где K_E^T ; $K_E^Ж$; $K_E^Г$ – коэффициенты использования твердой, жидкой и газовой фазы осадков.

$K_B \geq 95\%$	– безотходное производство
$K_B = 30-94\%$	– малоотходные технологии
$K_B < 30\%$	– многоотходные технологии

1) Размер предотвращенного платежа за размещение отходов в окружающей природной среде для станций биологической очистки г.Луганска составит :

$$P_{po} = 527227,4 \text{ гривен/год}$$

2) Величина годового экономического эффекта в области дорожного строительства на примере предприятия КП «Луганская МДПМК-34», при годовом объеме производства $A_r = 2600$ т составит:

$$\mathcal{E}_r = 33032 \text{ гривен, что на одну тонну составит: } \mathcal{E}_{1т} = 12,70 \text{ гривен}$$

Потребность Луганщины в асфальтобетоне –	280÷500 тыс. т./год
Утилизация ОСВ в асфальтобетоне 6÷8% -	16,8÷30,0 тыс. т./год
Накопление ОСВ в г. Луганске (по сухому веществу) -	10÷11 тыс. т./год
Превышение потребности в асфальтобетоне в сравнении с ОСВ (годовое) –	1,6÷2,9 раз
Накопленные объемы ОСВ в г. Луганске –	более 100 тыс. т.

A rural landscape featuring a dirt road that curves through a field of tall grass and some trees. The sky is overcast and grey. The text is overlaid in the center of the image.

**УТИЛИЗАЦИЯ ОСВ В
ПРОИЗВОДСТВЕ
КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

Основные свойства керамического черепка

№	Содержание осадка, %	Средняя плотность, $\rho_{\text{ср}}$, кг/м ³	Пористость, P_o , %	Теплопроводность, λ , Вт/м·К	Предел прочности при сжатии, $R_{\text{сж}}$, МПа
1	Без добавки	2,08	16,4	0,99	12,2
2	10	2,0	20,0	0,94	13,3
3	20	1,82	27,2	0,84	12,0
4	30	1,70	29,2	0,80	10,2
5	40	1,61	31,6	0,78	9,75
6	50	1,56	37,6	0,70	9,4
7	60	1,50	40,0	0,67	9,25
8	70	1,41	43,5	0,62	9,0
9	80	1,28	48,8	0,55	8,75

Основные этапы утилизации ОСВ В КЕРАМИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ



A rural landscape featuring a dirt road that curves through a field. The field is divided into sections of tall, dry corn stalks on the left and a mix of green and brown grasses on the right. In the background, there are more fields and a few trees under a grey, overcast sky. The overall scene is somewhat desaturated, with a focus on natural textures and colors.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСВ В АГРАРНОМ СЕКТОРЕ

Агрохимические и физико-химические показатели

Название показателя	Ед. изм.	Норма
1	2	3
- содержание фракций более 50мм, на сухое вещество	%	<2
- массовая доля органических веществ, на сухой продукт	%	>40
- влажность, %	%	20-80
- реакция среды (рН) -		6,5-8,0
Массовая доля питательных веществ на сухой продукт:		
- азот (N) общий;	%	>1,8
- фосфор (P₂O₅) общий;	%	>2,0
- калий (K₂O) общий.	%	>0,1

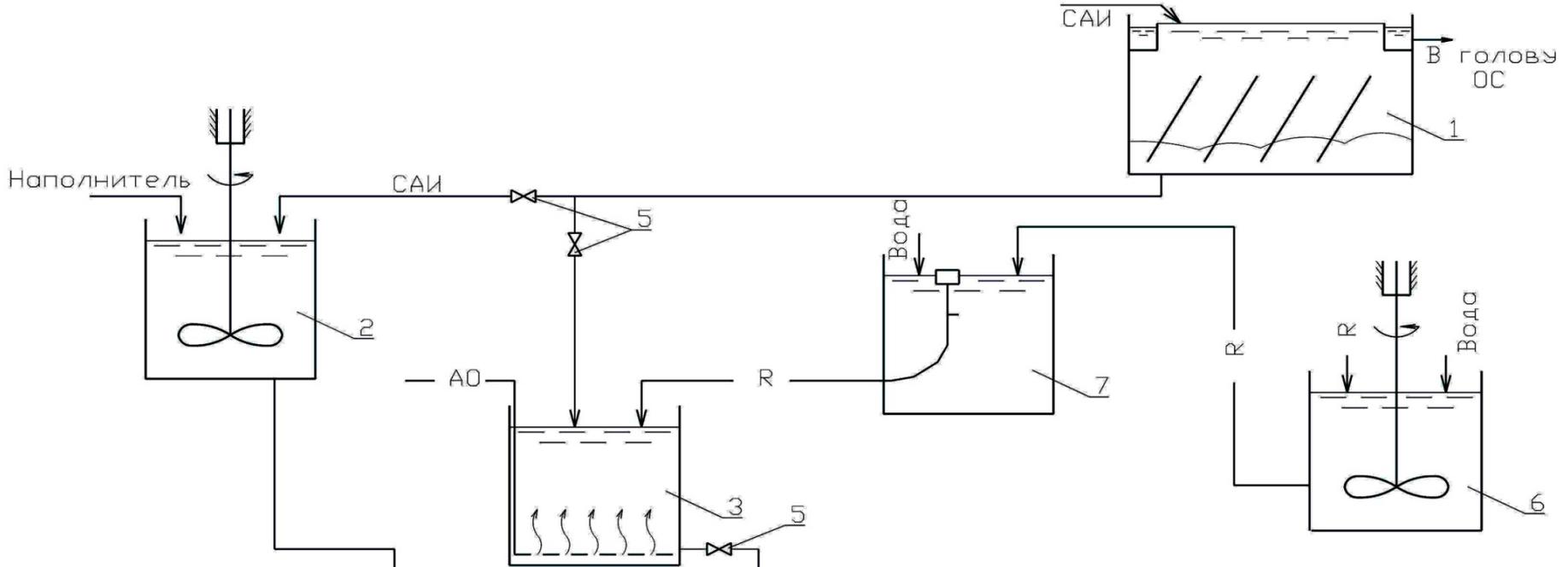
Содержание частиц, %

>50мм	—	0,15-0,5
50-0,1мм	—	2,45-46,15
0,1-0,05 мм	—	0,21-41,44
0,05-0,01 мм	—	15,81-55,6
0,01-0,005 мм	—	0,88-25,29
0,005мм	—	4,42-25,08

Результаты химических исследований почв, %

-рН	—	6,98-7,55
- влажность	—	18,4-63,2
- содержание азота общего (водно-солевая вытяжка)	—	1,1-8,76
- фосфор общий (спектральный анализ)	—	0,15-1,0
- калий общий (водно-солевая вытяжка)	—	0,03-0,11

Схема обезвоживания осадков сточных вод на иловых фильтрах



- 1-Илоуплотнитель
- 2-Емкость для смешения САИ с наполнителем ила
- 3-Емкость для смешения уплотненного ила
- 4-Установка с четырьмя иловыми фильтрами
- 5-Запорная арматура
- 6-Затворный бак
- 7-Расходный бак

Фильтрат в голову ОС

Основные показатели и расчетные размеры сооружений по обработке осадка.

№ п/п	Наименование показателей	Ед. изм.	Производительность ОС, м ³ /сут				
			6	12	25	50	100
1.	Количество ИАИ.*	м ³ /сут	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6
2.	Площадь ИП при нагрузке 2,5 м ³ /м ² год	м ²	18	36	70	140	279
3.	Размеры карт ИП.*	м м	3 3	3 6	6 6	6 12	10 14
4.	Количество карт	шт.	2	2	2	2	2
5.	Объем осадка, подсушенного до влажности 80,0%	м ³ /год	0,96	1,92	4,0	8,0	16,0
		м ³ /мес	0,08	0,16	0,33	0,66	1,32
6.	Площадь КП при Н=1м, (150 сут)	м ²	0,6	1,3	2,6	5,2	10,5
7.	Объем добавок	м ³ /год	0,4	0,8	1,6	3,2	6,5
		м ³ /мес	0,03	0,06	0,13	0,26	0,52
8.	Размеры КП *	м м	2 2	2 4	3 4	4 6	6 8



Полиэтиленовый контейнер



Выращивание мицелия

Контейнеры с субстратом «солома+опилки+ОСВ



Развитие мицелия на субстрате



Выращивание грибов (Вешенки)





Готовая продукция

Вермикультура

A landscape photograph showing a dirt road winding through a field. The field is filled with tall, dry grasses and some green patches. In the background, there is a line of trees and a clear sky. The word "Вермикультура" is overlaid in large red text.

дождевой червь *Eisenia foetida*

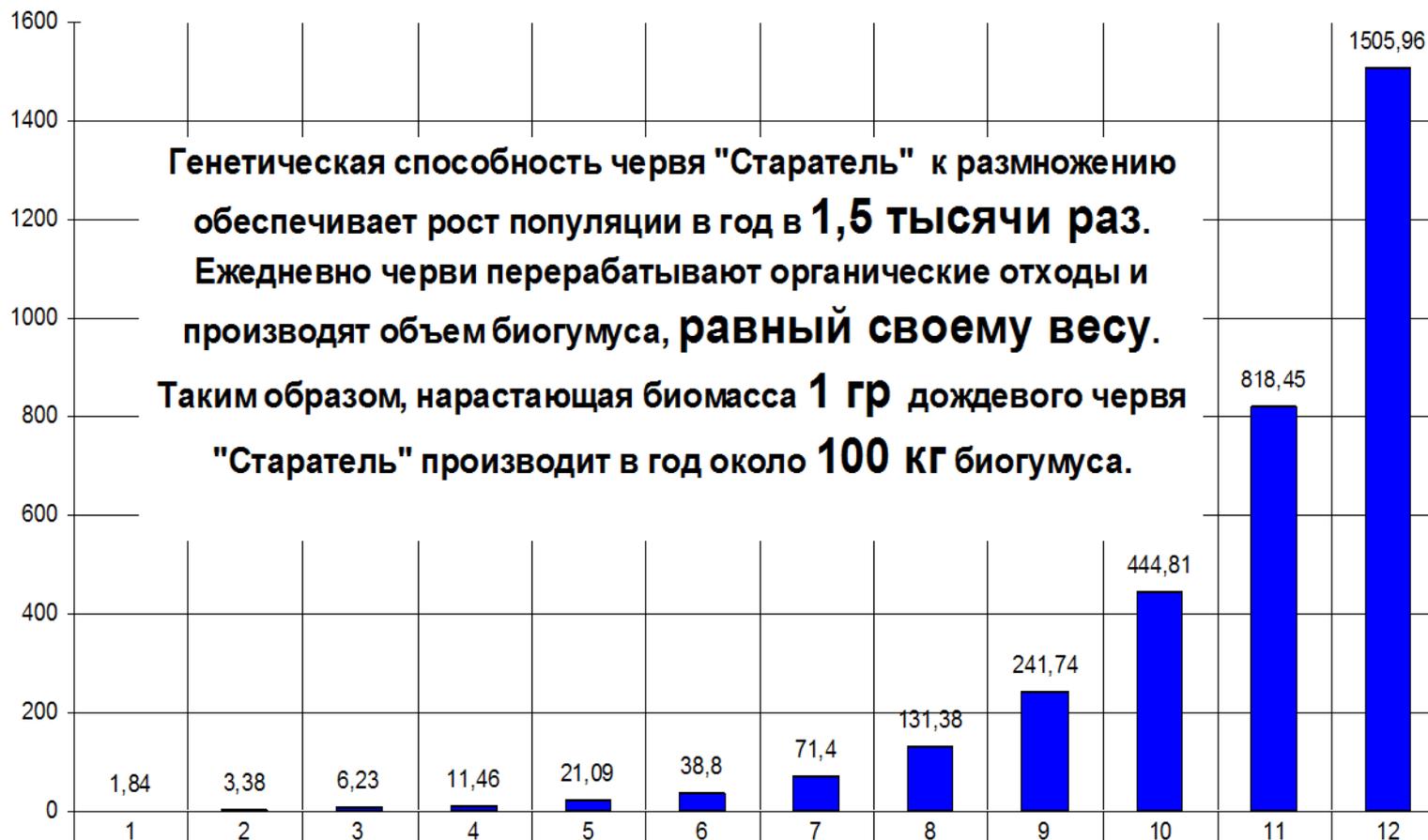
Владимирский гибрид «СТАРАТЕЛЬ»



Дождевой червь «Старатель» перерабатывают органику — навоз, ОСВ или компост гораздо быстрее и более полно, чем одни почвенные микроорганизмы в процессе компостирования.

При этом органическая масса теряет запах, обеззараживается, приобретает гранулярную форму и приятный запах земли.

Потенциал дождевого червя "Старатель"



Ряд2	1,84	3,38	6,23	11,46	21,09	38,8	71,4	131,38	241,74	444,81	818,45	1505,96
------	------	------	------	-------	-------	------	------	--------	--------	--------	--------	---------

Дождевой червь «Старатель» перерабатывает органику в активной гряде.



Исходным материалом для вермикомпостирования являются различные органические отходы: навоз, листва, ТБО, ОСВ и т.д.

В результате биотермической обработки органических отходов по технологии вермикомпостирования получается экологически безопасное высокогумусное микробиологическое органическое удобрения пролонгированного действия – биогумус.



Перемешивание и формирование буртов из органических отходов и углеродосодержащих наполнителей (солома, сено, листва, сучья и т.д.) для биотермической обработки субстрата при подготовке корма для вермикультуры.



Вермикомпостирование по технологии Грин-Пик «активная грядка»





Переработка
органических
ОТХОДОВ
ДОЖДЕВЫМИ
червями
«Старатель» в
вермиконтейнерах
модульно-
стеллажного типа

Биогумус – идеальное органическое удобрение

Биогумус - экологически чистое органическое удобрение. Оно содержит в сбалансированном сочетании целый комплекс необходимых питательных веществ и микроэлементов, ферменты, почвенные антибиотики, витамины, гормоны роста и развития растений.

Биогумус используется без ограничений для повышения плодородия почв и выращивания экологически чистой с/х продукции: зерновых и овощных культур, плодовых, кустарниковых деревьев, цветов, в городском природоохранном комплексе для озеленения парков, зон отдыха, рекультивации почвы.

Козлятник восточный — многолетнее травянистое растение из семейства бобовых. Зеленая масса козлятника характеризуется высокой урожайностью и кормовыми достоинствами.

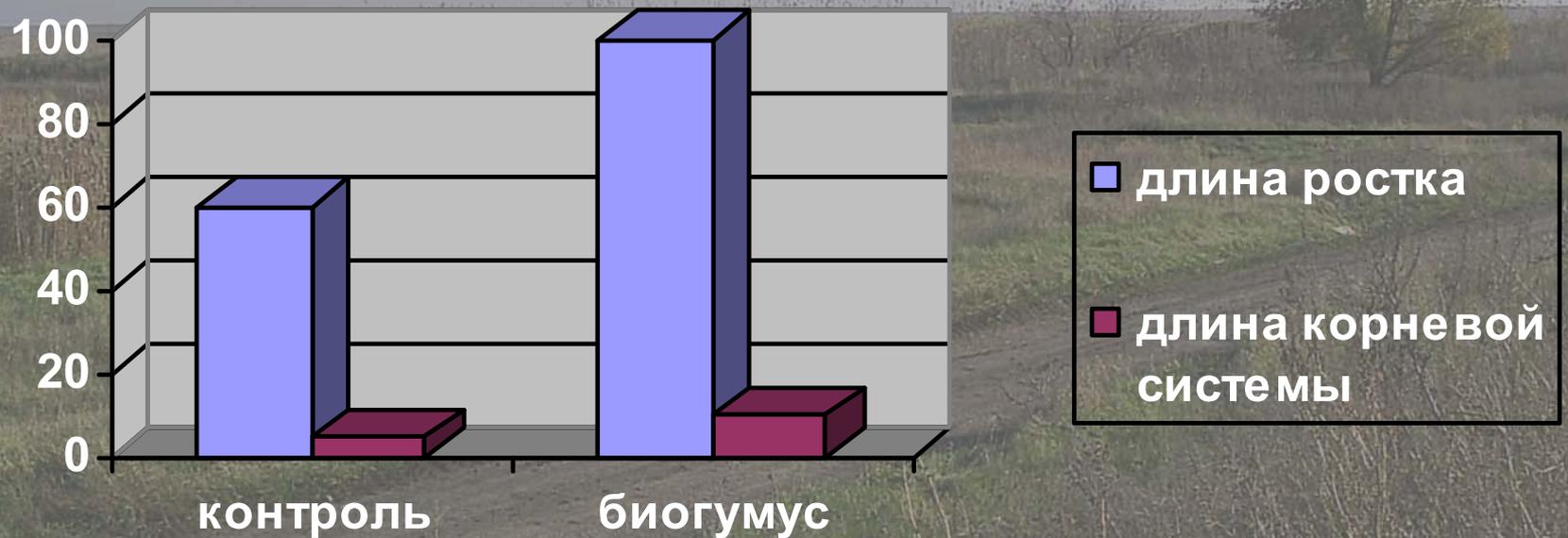


Козлятник восточный, выращенный с использованием биогумуса «Экочудо»

При внесении биогумуса в почву
в количестве 1-10 т/га:
повышается
плодородие почвы,
энергия прорастания семян,
уменьшаются
сроки созревания на 2 недели,
увеличивается
качество и урожайность в 1,5 – 2 раза



Фитотоксичность биогумуса. Пшеница сорта Донецкая 46



Содержание NPK в соке ягод клубники

№ п\п	Вариант испытания	Содержание в соке ягод клубники нитратных форм		
		азота	фосфора	калия
1	Контрольный грунт	+	+	+
2	Почва + минеральное удобрение	++	++	++
3	Почва + биогумус	-	-	-

**1 тонна органических отходов при
переработке с помощью
технологии
вермикомпостирования дает 5
ценностей:**

- до 600 кг биогумуса
- 10-15 кг биомассы дождевого червя «Старатель»
- Чистую окружающую среду
- Рабочие места
- Рентабельность вермикомпостирования составляет более 300%

ВЫВОДЫ:

Совершенствование технологии очистки воды и обработки осадка предприятиями водоканала обусловит:

- уменьшение количества осадков, возвращение в хозяйственное пользование занимаемых ими земельных участков и улучшение качества окружающей среды;
- расширение сырьевой базы для производства строительных материалов;
- использование местных строительных материалов на основе отходов водоочистки в соответствии с нормативными требованиями;
- экологическая эффективность заключается в уменьшении себестоимости строительных материалов за счет замены дефицитных компонентов и снижении энергозатрат, образовании потребительской стоимости сырья для производства строительных материалов. Также для производителей отходов снижаются платежи за размещение отходов на занимаемых ими территориях;
- улучшается экологическая и социальная обстановка на прилегающих территориях;
- использование ОСВ в аграрном секторе позволит найти замену минеральным удобрениям и повысить урожайность с\х культур;
- технология предусматривает создание новых рабочих мест.