



## **Рекультивация почв, загрязненных вследствие обращения ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА**

**Таллер Евгений Борисович,  
кандидат сельскохозяйственных  
наук, доцент кафедры экологии  
РГАУ-МСХА имени К. А Тимирязева**





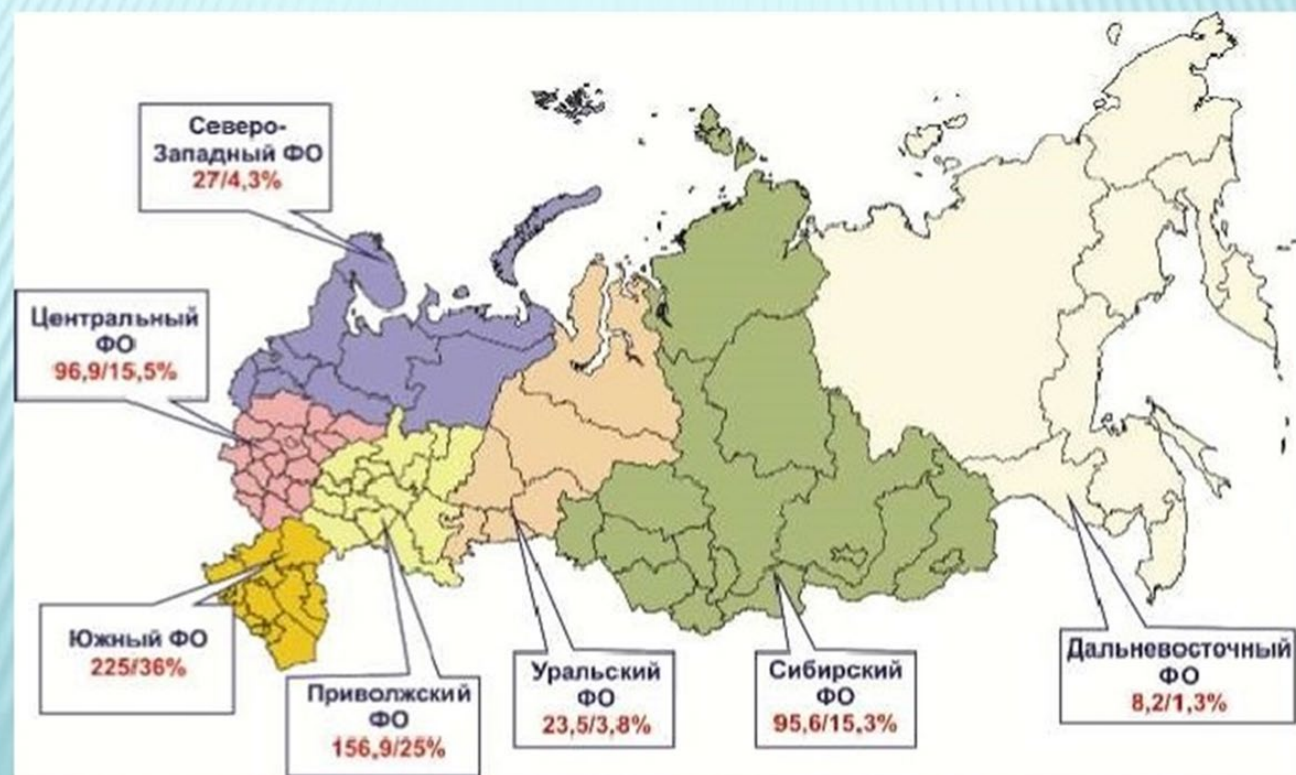
## Поголовье сельскохозяйственных животных в сельскохозяйственных организациях Российской Федерации (на конец года, тыс. голов)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Крупный рогатый скот	8447,82	8355,92	8252,17	8139,28	8107,54	8123,78	7978,55
Свиньи	17601,84	18390,58	19843,07	20827,95	22418,52	23311,30	24005,12
Птица	445048,1	451539,4	460105,7	449289,2	453958,6	432474,2	454665,8

Федеральная служба государственной статистики [rosstat.gov.ru](http://rosstat.gov.ru)



## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЕЖЕГОДНОГО СУММАРНОГО КОЛИЧЕСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ПО ФЕДЕРАЛЬНЫМ ОКРУГАМ, МЛН. Т





Вид влияния	Степень влияния												
	Удобрения на основе ОСВ, ТБО				Бесподстиличный навоз, помет				Твердые органические удобрения			Зеленые удобрения, растительные остатки, торф	
	Стоки коммунальные	Стоки промышл. предприятий	Осадки сточных вод	Твердые бытовые отходы	Стоки навозные, пометные	Жидкий навоз, помет	Полужидкий навоз, помет	Жижа навозн.	Подстильный навоз, помет	Твердая фракция	Компосты	Солома	Сидераты
Загрязнение почвы													
Загрязнение воды													
Загрязнение воздуха													
Деградация гумуса													
Ухудшение фитосанитарн. сост. посевов													
Увеличение засоренности полей													
Снижение качества с.-х. продукции													
Увеличение уровня заболеваемости													

влияние отсутствует   
 незначительное влияние   
 значительное влияние   
 сильное влияние

Сравнительная оценка экологических рисков при использовании органических удобрений, (Тарасов, 2015)



Источники поступления ТМ	Pb	Zn	Cu	Cd	Ni	Cr
с минеральными удобрениями	4,3	2,4	8,4	5,4	3,4	11,2
с фосфоритованием	2,0	2,4	6,3	0,4	3,4	1,9
с известкованием	42,4	12,1	16,5	31,8	27,1	34,8
с органическими удобрениями	23,3	49,9	48,6	45,6	55,7	62,1
из них с ОСВ	37,6	87,1	93,9	75,4	72,6	89,3
с атмосферными осадками	27,9	33,3	20,4	16,7	9,8	Нет данных

Поступление на поверхность почвы тяжелых металлов в агроценозах, % (Праздников и др., 1996)



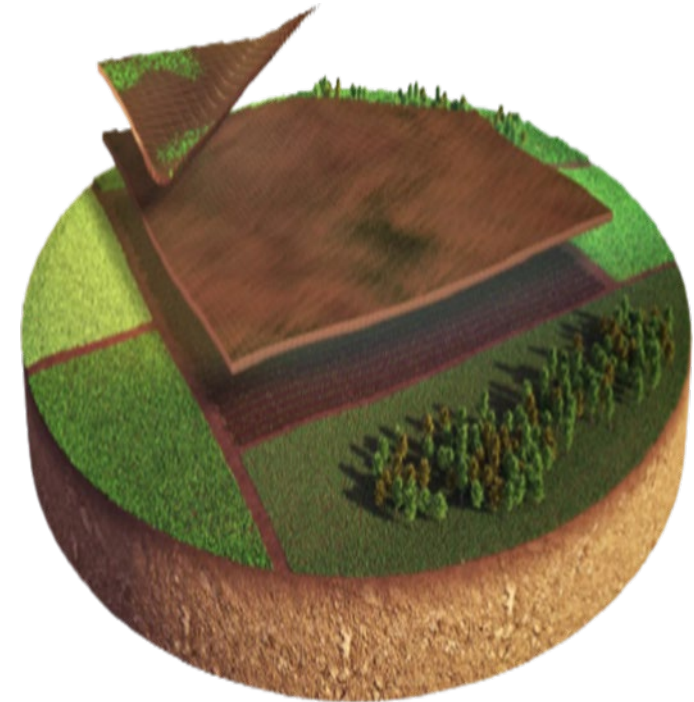
Наименование микроорганизмов и яиц гельминтов	лет, более
Микобактерии туберкулеза	25
Бациллы сибирской язвы	60
Сальмонеллы паратифов	2
Сальмонеллы брюшного тифа	3
Листерии	2
Вирус ящура	2
БГКП	2
Яйца аскарид	6,5
Яйца фасциол	2

Сроки выживаемости патогенных микроорганизмов, яиц гельминтов в навозе (Праздников и др., 1996)



## Этапы рекультивации:

- подготовительный – предпроектные и проектные работы, которые содержат концепцию, схему, обоснования инвестиций, инженерные изыскания, стадии проектирования (проект и рабочую документацию);
- технический – инженерно-техническая часть проекта, направленная на ликвидацию последствий антропогенной деятельности. Это этап рекультивации земель, включающий их подготовку для последующего целевого биологического освоения и использования в народном хозяйстве. К этому этапу относятся планировка, формирование откосов, снятие, транспортирование и нанесение почв и плодородных пород на рекультивируемые земли, при необходимости коренная мелиорация, строительство дорог, специальных гидротехнических сооружений и др.;
- биологический – этап рекультивации земель, включающий комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий по восстановлению плодородия нарушенных земель.





# Направления рекультивации земель

Согласно действующему законодательству рекультивационные работы выполняются по следующим основным направлениям:

- сельскохозяйственное;
- лесохозяйственное;
- рыбохозяйственное;
- природоохранное;
- рекреационное;
- водохозяйственное;
- строительное.

В нормативных документах по рекультивации также говорится о преимущественном выборе сельскохозяйственного направления. Данное направление предполагает создание сельскохозяйственных угодий (пашни, сенокосы, сады и другое) и возвращение нарушенных земель в хозяйственный оборот для производства сельскохозяйственной продукции.





# Нормативно-правовая база в области рекультивации земель представлена следующими нормативными актами



- Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ;
- Закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ;
- Закон «О недрах» от 21.02.1992 N 2395-1;
- Закон «О землеустройстве от 18.06.2001 г., №78;
- Постановление Правительства РФ от 10 июля 2018 г. № 800 «О проведении рекультивации и консервации земель»;
- ГОСТ 17.5.1.01-83 «Охрана природы (ССОП). Рекультивация земель. Термины и определения»;
- ГОСТ Р 57447-2017 «Наилучшие доступные технологии. Рекультивация земель и земельных участков, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Основные положения»;
- ГОСТ Р 57446-2017 «Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия»;
- ГОСТ Р 59057—2020 «Охрана окружающей среды. Земли. Общие требования по рекультивации нарушенных земель.

# Нормативные акты, используемые при разработке проекта рекультивации



- Постановление Правительства Российской Федерации от 10.07.2018 г. № 800
- Земельный кодекс Российской Федерации
- Лесной кодекс Российской Федерации
- Методические указания МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест»
- Приказ Рослесхоза от 27.12.2010 № 515 «Об утверждении Порядка использования лесов для выполнения работ по геологическому изучению недр, для разработки месторождений полезных ископаемых»
- Приказ Рослесхоза от 29.02.2012 № 69 «Об утверждении состава проекта освоения лесов и порядка его разработки»
- ГОСТ 17.5.3.04-83 Охрана природы (ССОП). Земли. Общие требования к рекультивации земель (Измененная редакция, Изм. N 1).
- ГОСТ 17.5.1.02-85 Охрана природы (ССОП). Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации
- ГОСТ Р 57446-2017 «Национальный стандарт Российской Федерации. Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия»
- ГОСТ 17.5.1.03-86 Охрана природы (ССОП). Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель
- Постановление Правительства РФ от 02.01.2015 № 1 «Об утверждении Положения о государственном земельном надзоре»
- Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (п. 3 ст. 37, п. 2 ст. 38)
- "Градостроительный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 02.07.2021)



## Содержание проекта рекультивации или консервации

---

- Исходные сведения о землях «Пояснительная записка» (площадь, местонахождение, степень и характер деградации, земли какого назначения, информация о владельце земли);
- Кадастровые номера, схематическое изображение границ рекультивации на кадастровом плане или на выписке ЕГРН (реестр недвижимости);
- Сведения о нахождении земли в зоне с особыми условиями использования территории;
- Эколого-экономическое обоснование рекультивации/консервации (обоснование планируемых мероприятий и технических решений по рекультивации, описание требований к качественным характеристикам выполняемых работ, обоснование достижения запланированных значений показателей состояния почв и земель по окончании рекультивационных мероприятий, при консервации – обоснование невозможности проведения рекультивации);
- Состав работ по рекультивации (на основе обследования земель), описание последовательности и объема работ, сроки начала и сроки окончания рекультивации;
- Если привлекаются бюджетные деньги, то в проект включаются сметные расчеты.



Современные технологии по фиторемедиации почвы могут основываться на разных методологических подходах:

- Фитоэкстракция;
- Фитостимуляция;
- Фитодеградация;
- Фитостабилизация;
- Фитоволатилизация и др.





## Фитоэкстракция (фитомайнинг, фитоаккумуляция)

Технология предусматривает выращивание растений на загрязненном субстрате. Растения поглощают тяжелые металлы из субстрата, которые накапливаются в надземной части растений. Затем производится уборка надземных частей растений, а вместе с ними удаляются и тяжелые металлы.

Успех фитоэкстракции определяется преимущественно доступностью загрязняющих металлов в почве или их мобилизацией под воздействием корневых выделений, способностью растений к аккумуляции и транслокации металлов, толерантностью к их высоким концентрациям и продуктивностью.

Доступность металлов растениям может быть усилена с помощью различных мелиорантов.

Фитомассу можно собрать и сжечь, а образовавшуюся золу захоронить, либо использовать как вторичное сырье или удобрение в испытывающих дефицит микроэлементов районах.





# Фитодеградация (фитотрансформация)

Фитодеградация – разложение поллютанта – может происходить как в самом растении, так и в ризосфере растений. Используется при загрязнении субстрата различными токсичными соединениями (пестицидами, нефтепродуктами и другими).





**Фитостабилизация** – процесс иммобилизации загрязнителей в субстрате посредством их накопления в корнях растений.

**Фитостабилизация** подразумевает сокращение биологической доступности металлов в почве посредством иммобилизации и/или предотвращения миграции. В последнее время этот подход, основанный на способности определенных элементов в своих органах и корневой зоне, называют также “фитосеквестированием” или фитодепонированием.” Связывание металлов достигается преимущественно путем абсорбции и аккумуляции корнями в ходе их роста и транспирации, адсорбции на поверхности корней, осаждения в корневой зоне благодаря связыванию органическими соединениями и физической стабилизации почв. Таким образом, в отличие от других технологий фиторемедиации, фитостабилизация нацелена не на очистку загрязненной почвы, а на инактивацию загрязняющих металлов и снижение загрязнения сопредельных сред.





# Фитостимуляция

Технология фитостимуляции состоит в применении растений для стимуляции биodeградации поллютантов микроорганизмами в ризосфере. Такая стимуляция биodeградации осуществляется за счёт секреции растениями органических веществ, используемых ризосферными микроорганизмами в качестве источника энергии и углерода, а также различных вторичных метаболитов, активирующих гены, ответственные за синтез деградирующих ферментов.

Для фитостимуляции микроорганизмов-деструкторов корневой зоны применяются растения обладающие обширной плотной корневой системой и секретирующие специфические вещества, способствующие росту этих микроорганизмов. Фитостимуляция применяется для очистки от гидрофобных органических поллютантов, в основном от углеводородов нефти, которые не могут быть поглощены растениями, но могут быть деградированы микроорганизмами.







## Фитоволатилизация (фитоиспарение)

В процессе фитоиспарения растения используются для выноса загрязнителей из почвы посредством трансформации их в летучую форму и транспирации в атмосферу.

Фитоиспарение основано на способности растений (или растительно - микробной ассоциации) поглощать загрязняющие элементы (Se, As, Hg), трансформировать в малотоксичные летучие соединения и испарять в атмосферу.

Первоначально фитоиспарение было использовано для удаления ртути в результате превращения ее двухвалентных катионов в легко испаряющуюся атомарную форму. Однако у этой технологии в ряде случаев имеются серьезные ограничения. Выделившиеся в атмосферу нетрансформированные токсиканты могут быть вовлечены в пищевую цепь и явиться причиной вторичного загрязнения окружающей среды.





*Amaranthus cruentus* L.  
Щирица багряная



*Helianthus annuus*  
Подсолнечник однолетний



*Raphanus raphanistrum* ssp. *sativus*  
Редька посевная

**Перспективные растения -  
фиторемедиаторы на дерново-  
подзолистых почвах,  
загрязненных навозом**



Армерия приморская – свинец  
Бурачок – никель  
Вика – тяжелые металлы, нефтепродукты  
Горец – кадмий, свинец, цинк, никель  
Горох – тяжелые металлы  
Горчица - цинк, медь, свинец, нефтепродукты  
Календула - медь  
Капуста – свинец, хром, кадмий, никель, цинк, медь  
Клевер – цинк, медь, свинец, радиоуклеиды.  
нефтепродукты  
Кукуруза – свинец, нефтепродукты, цезий  
Люпин однолетний – медь, кадмий  
Люцерна посевная – нефтепродукты  
Мятлик луговой - нефтепродукты  
Овес – цинк, медь, свинец, нефтепродукты  
Овсяница красная - нефтепродукты  
Пастушья сумка – цинк, кадмий, свинец  
Петуния гибр .– тяжелые металлы  
Пион молочнокветковый – цинк, медь, свинец, кадмий

Подсолнечник – цинк, медь, свинец, хром, никель,  
кадмий, радионуклиды, нефтепродукты  
Пшеница озимая – тяжелые металлы.  
нефтепродукты  
Райграс пастбищный – тяжелые металлы,  
нефтепродукты  
Рапс – тяжелые металлы, нефтепродукты  
Рожь озимая – нефтепродукты  
Тагетес прямост – тяжелые металлы,  
нефтепродукты  
Ярутка лесная – цинк  
Ячмень – тяжелые металлы  
Цинерария прим. – тяжелые металлы  
Шалфей лек. – тяжелые металлы

## Растения, применяемые для фиторемедиации



При проведении фиторемедиации важно обеспечить условия для хорошего развития растений и их защиты от фитопатогенов, вовремя и правильно провести посев растений, сбор урожая, организовать постоянный мониторинг процесса очистки.

Основная проблема фиторемедиации заключается в том, что процесс очищения протекает очень медленно и полностью останавливается в зимний период.



---

**Спасибо за внимание!**