

## Научно-исследовательский проект

### «Разработка биоактивных капсул-рекультивантов для почв»



- **Инновационные продукты:** биоактивные капсулы, состоящие из уникальных композиций сорбентов, биопрепарата, влагоудерживающего субстрата, семян устойчивых культур и др.;
- технологический комплекс по созданию капсул; инструкции по их применению;
- **Преимущества:** экономичность, экологичность, простота использования и высокая эффективность очистки, повышение плодородия почв и др. .
- **Потребители:** АПК, фермерские хозяйства, нефтегазовые, геолог. и др. компании и предприятия, мэрии, вузы и др. .
- **Аналоги:** сапропелевые капсулы рекультиванты, биосорбент «БАК-РС/ГС» и др.

Проблема улучшения состояния окружающей среды является междисциплинарной и затрагивает области экологии, науки о земле, литологии, педагогики

- "Рациональное природопользование" - приоритетное направление. Предусмотрена подготовка проектной команды, состоящей из специалистов, обладающих уникальными междисциплинарными компетенциями в области экологии, наук и Земле, рационального природопользования, педагогики

# Актуальность проекта

Тематика проекта соответствует:

- **приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации – Рациональное природопользование;**
- **перечню критических технологий Российской Федерации – экология и рациональное природопользование, ресурсосбережение, живые системы, биокаталитические системы и технологии, биотехнологии;**
- 19. Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения.
- 20. Технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи.
- **приоритетным направлениям модернизации экономики России и Самарской области – «Программа развития биотехнологий в России до 2020 г»;**  
**рынкам и технологиям НТИ – природоподобные технологии, экологические ресурсосберегающие и энергосберегающие технологии;**
- **программе развития СамГТУ до 2020 года**

# МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОСТЬ

Проблема улучшения состояния окружающей среды является междисциплинарной и затрагивает области экологии, биологии, химии, наук о Земле, геологии, литологии, техносферной безопасности, физики, педагогики и пр.

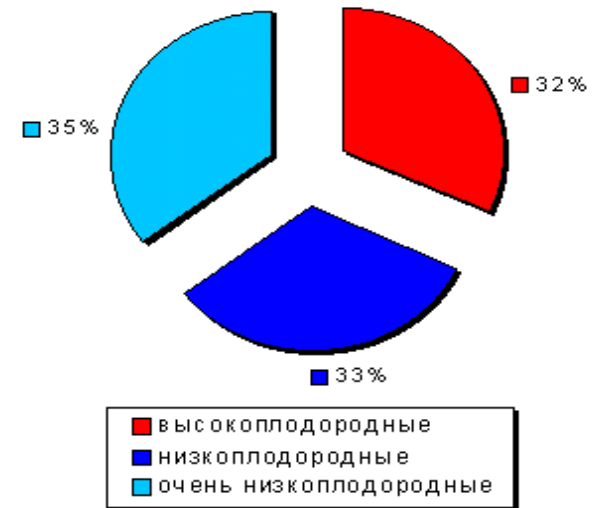
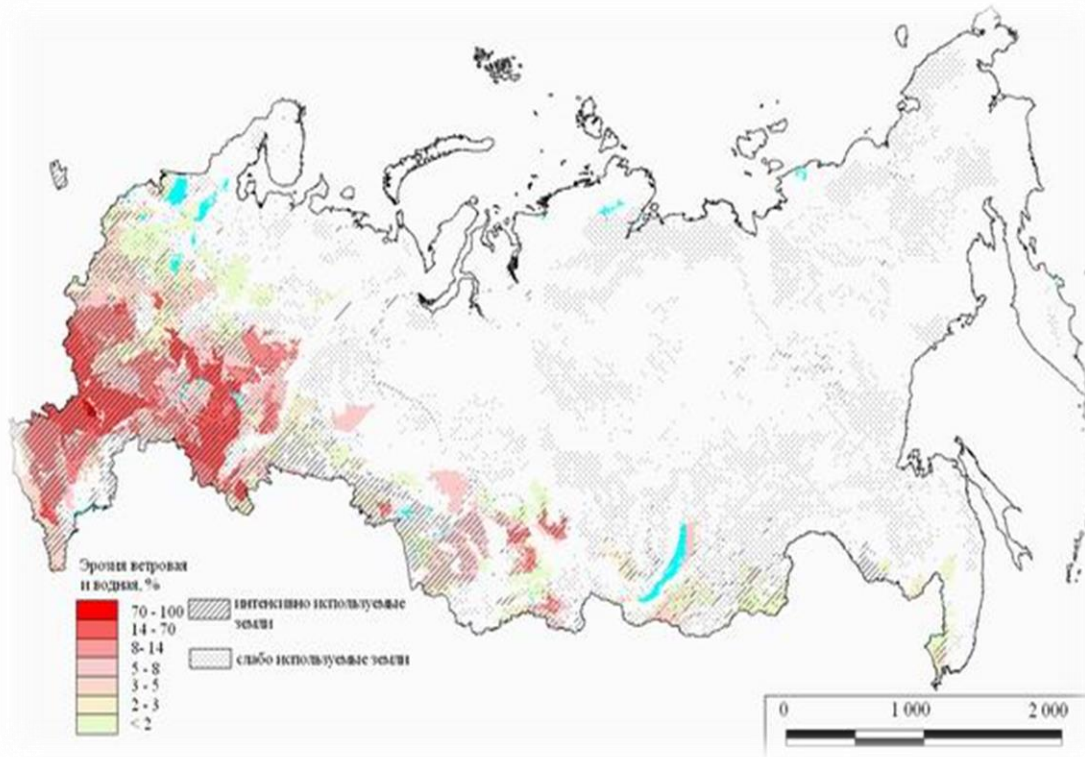
Предусмотрена подготовка проектной команды, состоящей из специалистов, обладающих уникальными междисциплинарными компетенциями в обл. экологии, наук и Земле, рационального природопользования, педагогики и др.

# Команда проекта

- **Васильев Андрей Витальевич**, профессор, д.т.н., возглавляет научную школу в 2008 году ставшую победителем конкурса грантов Президента РФ для ведущих научных школ России. Научной школой под его руководством одержаны победы и успешно реализованы проекты по федеральным целевым программам, грантам РФФИ, РГНФ и др. на общую сумму свыше 20 млн руб, проведены х/д работы на сумму свыше 30 млн. руб. Индекс Хирша в РИНЦ - 26.
- **Заболотских Влада Валентиновна**, доцент каф. "ХТиПЭ", к.б.н., доц., имеет большой опыт разработки методов и устройств для снижения загрязнения почв, более 250 публикаций, руководство работами более 50 магистров, победы в инновационных форумах, У.М.Н.И.К.е, международных и региональных конкурсах.
- **Гладышев Николай Григорьевич**, д.т.н., профессор кафедры ХТиПЭ, большой опыт НИР по утилизации отходов.
- **Гусев Владимир Васильевич**, к.г.-м. н., каф. "Геология и геофизика», 40- л. опыт работы в области геологии, опыт исследования месторождений полезных ископаемых, более 50 публикаций по вещественному составу полезных ископаемых.  
**Чеканушкина Елена Николаевна**. доцент, к.п.н.,  
**Заболотских Александр Николаевич** - инженер кафедры ХТиПЭ  
**Танких Светлана Николаевна** – аспирант,  
**Смахтина Лилия Ахматовна** – аспирант,  
**Евлеева Марина Юрьевна** – аспирант:  
**Ксенафонтова Алина, Щербатова Наталья, Тумакшина Виктория** и др. - магистранты  
Более 15 студентов, магистрантов, более 3 аспирантов



# Характеристика сельскохозяйственных почв России



Карта эрозии почв  
России

# Проблема истощительного земледелия



Пестициды



Химические удобрения



Физическое воздействие

**Истощены**  
Нехватка  
гуминовых  
веществ

**Перенасыщены**  
фосфатами и  
пестицидами

**Деградация, эрозия, снижение плодородия,  
загрязнение почв**

## Расчет риска эрозийной опасности почв

Значение критерия эрозийной опасности (К)	Уровень деградации
1 – 0,85	норма
<b>0,84 – 0,70</b>	<b>риск</b>
0,69 – 0,65	кризис
менее 0,65	бедствие

Уровень деградации почв находится на

уровне **«риск»**

**Данный процесс является  
обратимым**



# Актуальность



## Деградация почв

- Нарушение гумуса - плодородного слоя почв, дегумификация
- Снижение плодородия сельскохозяйственных земель
- Эрозия



**Загрязнение почв** - чрезмерное использование химических удобрений; применение пестицидов; антропогенное загрязнение почв (нефтяные загрязнения, зафосфачивание и др.)



**Снижение качества сельскохозяйственной продукции** - повышенное содержание в овощах нитратов и нитритов, образующих в организме человека опасные для здоровья N-нитрозамины (обладающие канцерогенным и мутагенным эффектами); повышенное содержание тяжелых металлов (кадмий, свинец) – ущерб здоровью



**Существующие методы** нерационального земледелия лишь истощают гумусовые запасы почвы, а рекультивация и очистка почв затратны и практически не проводятся.



**Необходим поиск новых экологических методов и технологических решений для очистки и восстановления почв, повышения их плодородия**

# Методы рекультивации загрязнённых земель

1

- **работы по снятию, транспортировке, селективной выемке, складированию, плодородного слоя почвы**

2

- **планировка (выравнивание) поверхности, выполаживание, террасирование откосов, отвалов и бортов карьеров**

3

- **нанесение на рекультивируемые земли потенциально плодородных пород и плодородного слоя**

6

- **другие работы, предусмотренные проектом рекультивации, в зависимости от характера нарушения земель и дальнейшего использования рекультивированных участков**

5

- **внесение химического мелиоранта, органических и минеральных удобрений, бактериального препарата**

4

- **очистка рекультивируемой территории от производственных отходов**

Проект посвящен разработке **эффективных технологий** «лечения» загрязнённых почв и повышения их плодородия.

**Цель:** повышение эффективности биоремедиации и восстановления почв на основе разработки и применения новых биоактивных капсул рекультивантов

**Задачи:**

*научно-исследовательские* - экспериментально и научно обосновать состав капсул-рекультивантов в зависимости от состава почвы, качества и степени и вида её загрязнения;

*инженерно-технологические* - разработать инженерно-технологические решения получения капсул с биоразлагаемой оболочкой и предложить способы их применения;

*образовательные* – разработать учебно-методические материалы, создать учебный видеоролик о моделируемом процессе в почве с учётом особенностей поведения живых систем и использовать в образовательном процессе.

## Инновационный продукт проекта

- **биоактивные капсулы-рекультиванты**, состоящие из уникальных композиций биосорбентов, биопрепарата, влагоудерживающего субстрата, минеральных добавок, семян устойчивых культур фиторемедиантов;
- **технологический комплекс** по созданию капсул; технологические подходы и инструкции по их применению.

**Преимущества:** экономичность, экологичность, простота использования и высокая эффективность очистки, эффективное повышение плодородия почв.

.

## Продукт

Биоактивная капсула - рекультивант в биоразлагаемой упаковке



Обогащение почв  
минеральными добавками



Внесение дополнительных  
сорбентов органического  
происхождения



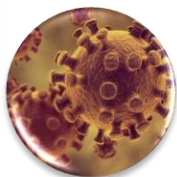
Биоремедиация



Создание благоприятных условий для  
микроорганизмов биодеструкторов



Фиторемедиация



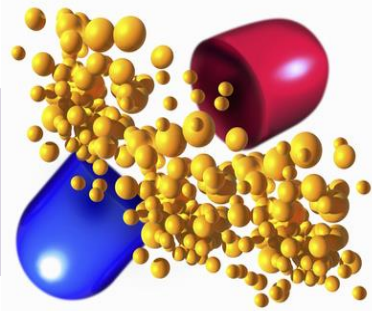
Активация бактерий почвы

# Назначение капсулы

Капсулы активируют  
естественные процессы  
восстановления почвы

Вносятся капсулы  
рекультиванты

В загрязненную,  
бедную почву

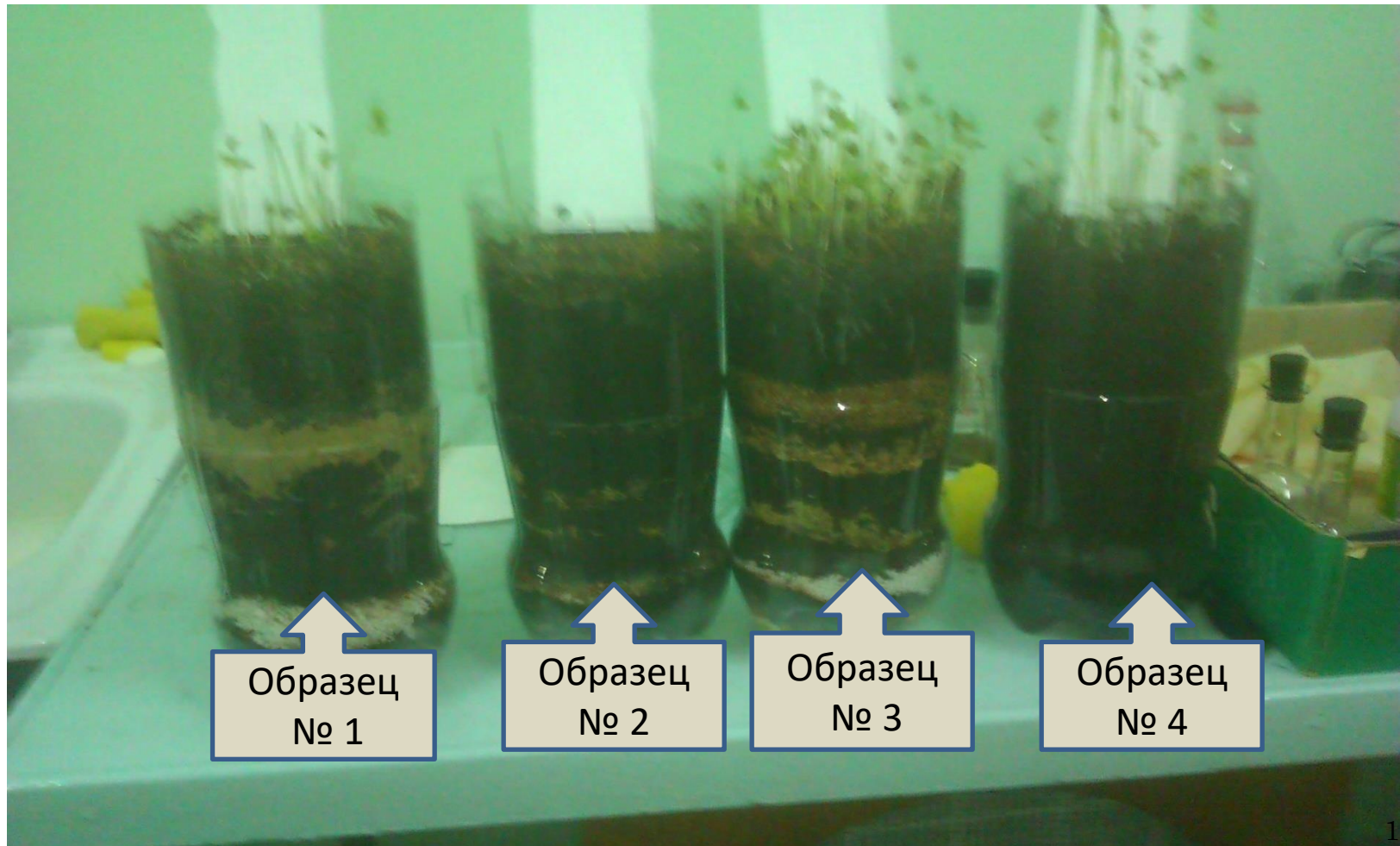


# Инновационное решение – разработка биоактивных композиций, биосорбентов, повышающих эффективность биовосстановления почвы

- **Биоактивная капсула** в биоразлагаемой упаковке вносится в место загрязнения почвы и способствует стимуляции процесса биодеструкции загрязняющих веществ почвенными микроорганизмами и эффективному очищению и самовосстановлению почв.
- Повышение эффективности биодеструкции достигается при использовании новых эффективных биосорбентов, получаемых при введении минеральных добавок и различных специфичных биодеструкторов на сорбционные носители.



# 1. Моделирование и экспериментальное обоснование эффективности капсульных рекультивантов





## Разработка и научное обоснование рецептуры капсул различного назначения



Биосмесь гумуса с семенами

Смесь биосорбентов + ЭМ препарат «Сияние»

Кремнезит+доломитовая мука

Гумус

Солома-обработанная ЭМ - препаратом

Влагоудерживающие сорбенты, гель

Биосорбенты

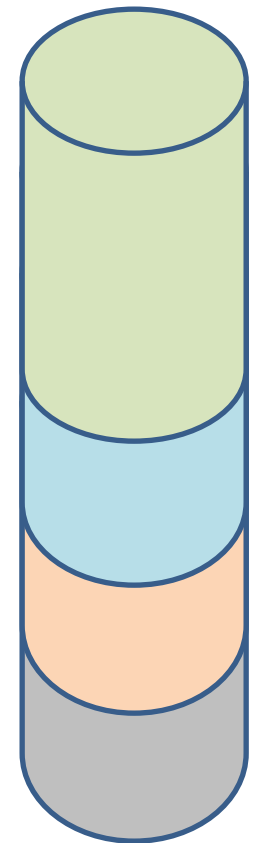
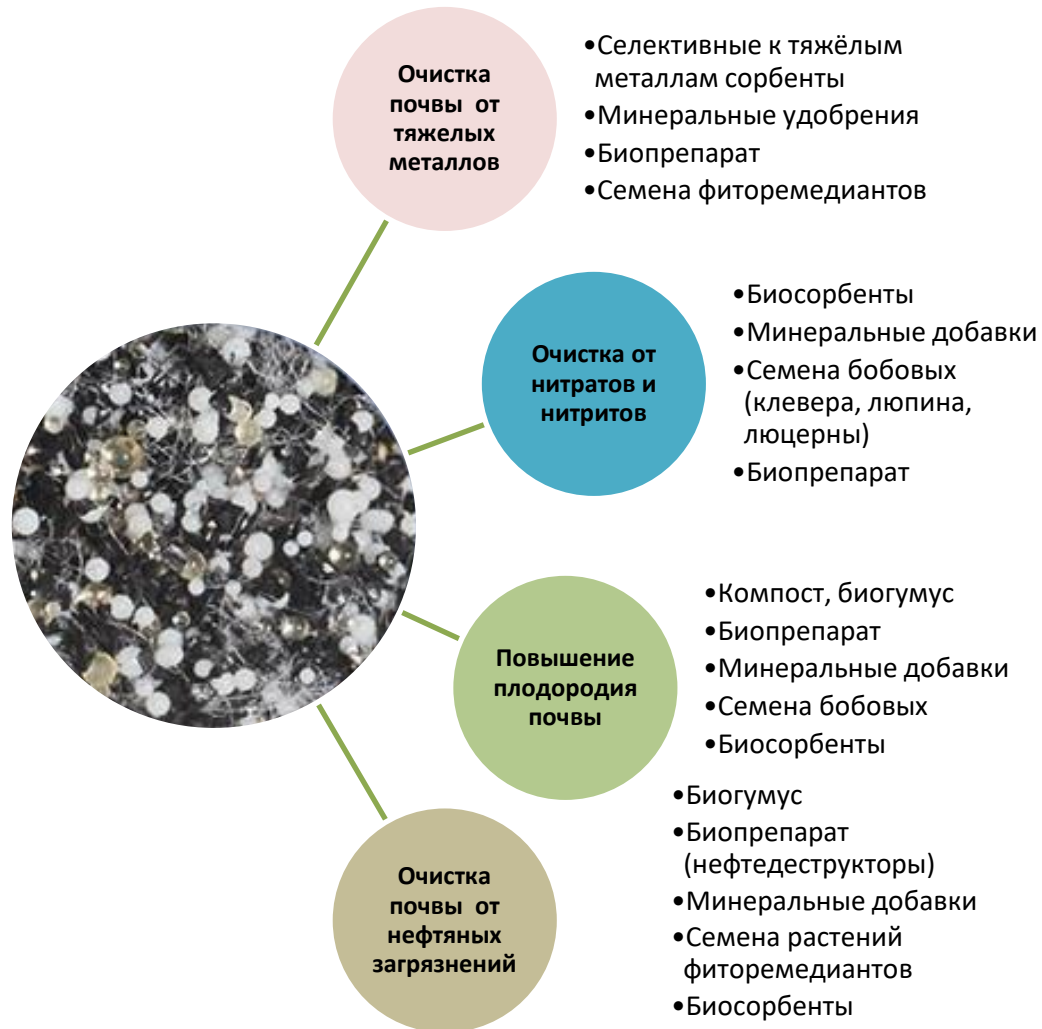
Сорбенты структурообразователи и накопители воды

Агроперлит + вермикулит

Гумус

# Продолжение исследований

## Создание новых модификаций смесей разного назначения



## Применение в смесях различных видов сорбентов



**Пористые сорбенты**



**Нефтесорбенты**



**Карбонизованные сорбенты**



**Хитиносодержащие биосорбенты**



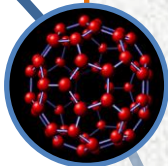
**Биосорбенты**

## Преимущества биосорбентов и их применения в капсульных смесях

- ▣ - высокая сорбционная способность по отношению к различным поллютантам;
- ▣ - высокая удерживающая способность;
- ▣ - минимальное время поглощения;
- ▣ - возможность регенерации поглощенного продукта;
- ▣ - экологичность сорбента;
- ▣ - экономичность;
- ▣ - технологичность изготовления и утилизации сорбента

# РАЗРАБОТКА НОВЫХ БИОАКТИВНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

С  
О  
С  
Т  
А  
В



Углеродсодержащие активированные наносорбенты с магнитными свойствами



Экологически чистые минеральные добавки из месторождений Самарской области (фосфоритная мука)



Симбиотические комплексы эффективных микроорганизмов (ЭМ), активизирующих процессов гумификации и восстановления почвенной экосистемы



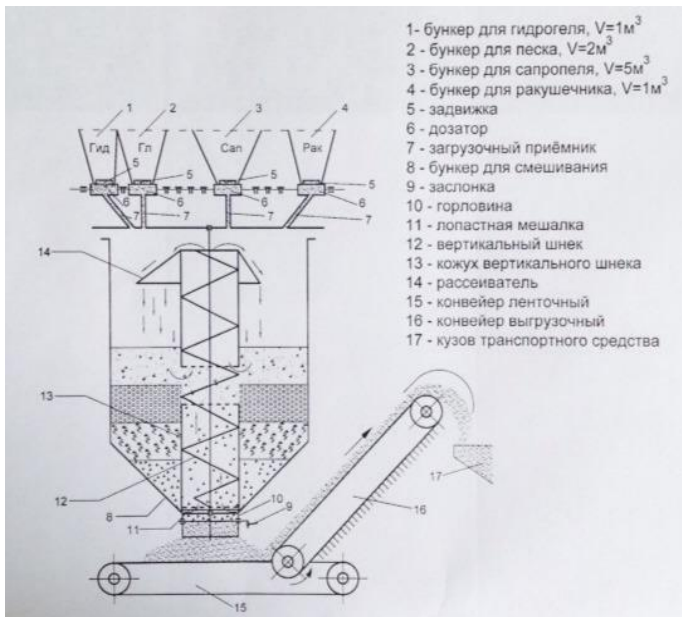
Био-активные добавки - БАД



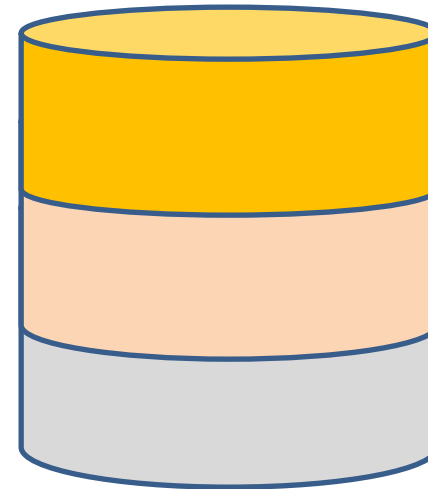
Компост, биогумус, вермикомпост

# Разработка модельной установки по получению капсульных смесей

Установка по получению  
влагоудерживающей смеси сорбентов

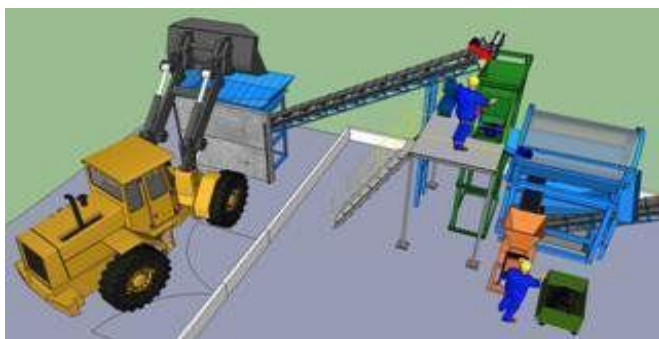


(Митяева Л.А., Васильев С.М., 2017)



- Помимо влагоудерживающих сорбентов в нашей установке добавляются биосорбенты, биоактивные композиции и др.
- Планируется подача заявки на патент

## Разработка модульного технологического комплекса для производства капсульных рекультивантов



Модульный миникомплекс по производству биоактивных капсул-рекультивантов

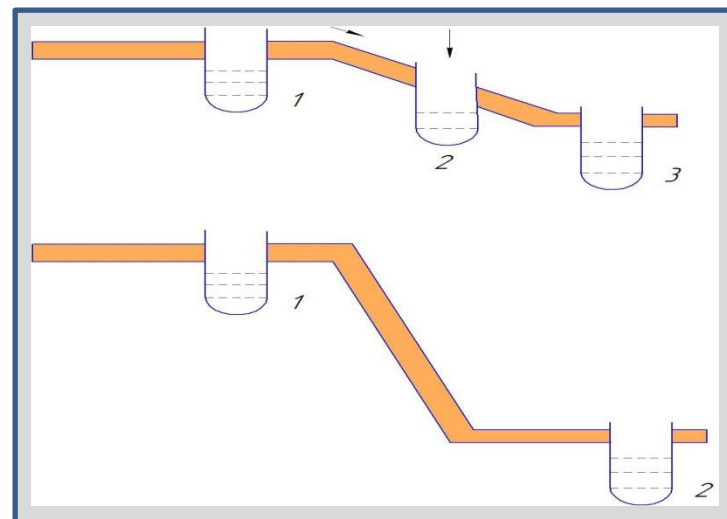
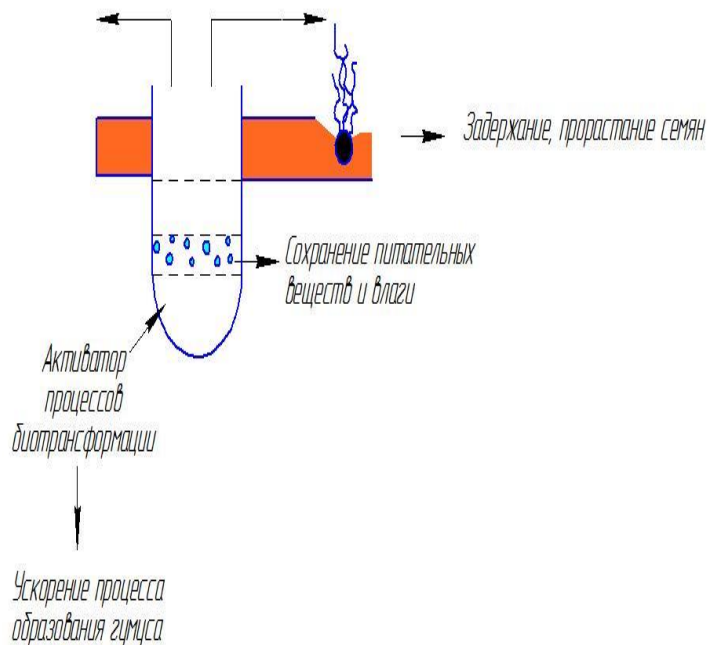
### Получаемый продукт



Биоактивные капсулы

# Разработка технологических подходов применения биоактивных капсул в зависимости от решаемых задач и условий использования

## *Технологические особенности капсульной рекультивации*





## Разработка технологических решений рекультивации для конкретных условий

Три этапа подготовительных работ:

- - исследование рекультивируемых площадей, получение количественных и качественных их характеристик, подбор подходящего рекультиванта, его формы, состава, объема, др.

На основании полученных данных – разработка технологии производства и применения капсульного рекультиванта, рекомендации по месту его приготовления в требуемых объемах.

- - проектирование рекультивационных работ и производства рекультиванта
- - заготовка требуемого объема рекультиванта

# Применение биоактивных капсульных рекультивантов

Восстановление техногенно нарушенных земель; биоремедиация загрязнённых почв на нефтяных месторождениях, буровых



Восстановление отработанных карьеров, хвостохранилищ, биогенное почвообразование и обеспыливание



Области применения капсул рекультивантов



Повышение плодородия почв, восстановление с/х земель



Благоустройство города, восстановление урбанозёмов, ландшафтное строительство

## Экономический эффект применения капсульной смеси по сравнению с аналогами

Наименование	Снижение нефтяного загрязнения	Доступность по 5ти бальной системе	Оптимальная температура	Цена за кг	Продолжительность действия по 5ти бальной системе	Совмещение с другими препаратами по 5ти бальной системе	Количество рабочей силы для участка 1 м <sup>2</sup>	Влияние на человека по 5ти бальной системе
Микрозим "ПЕТРО ТРИТ"	до 80%	3	от -5° до +50°	4200р	1	0	3 + спец оборудование	2
Деворойл	до 90%	4	от +5° до +45°	9000р	0	0	2 + спец оборудование	1
<b>"Биоактиватор"</b>	<b>до 98%</b>	<b>5</b>	<b>от +15° до +30°</b>	<b>766р</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>

# Экономический и экологический эффекты применения капсул

Вид удобрений	Примерная стоимость в пересчете на один гектар (за 1 сезон)
Минеральные удобрения	6072 р.
Пестициды	37500 р.
Разработанная комплексная смесь в капсульном оформлении	859 р.

Экономическая эффективность	Экологическая эффективность
<ul style="list-style-type: none"> <li>- доступность компонентов смеси</li> <li>- низкая себестоимость компонентов</li> <li>- простота использования смеси и доступность</li> <li>- замена химических удобрений</li> <li>- повышение урожайности</li> <li>- снижение затрат на возделывание земель</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- повышение плодородия почв естественным способом</li> <li>- отсутствие привнесения в почву инородных химических веществ</li> <li>- приостановление эрозийных процессов и реабилитация почв, подвергшихся эрозии</li> <li>- очистка почв от токсикантов</li> <li>- повышение качества и витаминной ценности урожая</li> </ul>

«При проведении работ в районе вечной мерзлоты и короткого вегетационного периода, используя капсульный рекультивант, производимый собственными силами, себестоимость 1 Га рекультивации не превысит **215-300 тыс. руб.** Использование покупного сапропелевого сырья увеличит себестоимость рекультивации до 300-380 тыс. руб./Га». (Центр по сапропелю совместно с АО «Сапропэк»)

# Апробация

- Заболотских В.В., Васильев А.В. Тутукова К.В. Разработка сорбционного комплекса для очистки почв от нефтяных загрязнений Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 19, № 5(2), 2017. - С. 221 - 227
- Заболотских В.В., Белобородова О.А. Разработка технологических подходов к рекультивации отработанных карьеров на территории Самарской Луки / XXIV Международная научная конференция «Современные концепции научных исследований». Ж. «Евразийское Научное объединение» № 2 (24), - Февраль 2017. – С.53 - 57
- Заболотских В.В. Концептуальные и технологические подходы к восстановлению устойчивости и плодородия почв / В научном издании «Известия Самарского научного центра РАН», г. Самара, 2014 г., т. 16, №1(7), с.1833 – 1839 . ISSN 1990-5378.
- Заболотских В.В., Васильев А.В., Андрианова Л.В. Разработка и экспериментальное исследование эффективности применения смеси «Биоактиватор» для очистки почв от нефтепродуктов / В научном издании «Известия Самарского научного центра РАН», г. Самара, 2014 г., т. 16, №1(7), с.1840 – 1844 . ISSN 1990-5378.
- Заболотских В.В., Евлеева М.Ю., Смахина Л.А., Шайдулова А.О. Разработка технологических комплексов по переработке органических отходов/ Евразийское научное сообщество, №1 (35). - Наука и современность 2018 // Сборник научных работ 35 Международной научной конференции Евразийского Научного Объединения (г. Москва, январь 2018). — Москва: ЕНО, 2018. — 236 с. С.233-236 ISSN 2411 - 1899
- Zabolotskikh V. V., Tankikh S. N., Vasilyev A.V. Bioremediation of oil-contaminated lands on the basis of biosorption method / Materials of the International Conference “Scientific research of the SCO countries: synergy and integration” - Reports in English (February 26, 2019. Beijing, PRC). P.124 – 132 ISBN 978-5-905695-96-6
- Zabolotskikh V. V., Tankikh S. N., Vasilyev A.V. Technological approaches to detoxify and restore contaminated land / Materials of the International Conference “Scientific research of the SCO countries: synergy and integration” - Reports in English (February 26, 2019. Beijing, PRC). P.132 – 140 ISBN 978-5-905695-96-6
- Заболотских В.В., Васильев А.В., Тутукова К.В., Танких С.Н. Новые биосорбционные смеси для очистки и восстановления нефтезагрязнённых земель. Н35 Нефтегазовый комплекс: проблемы и инновации тезисы II научно-практической конференции с международным участием/ Отв. редактор В.К. Тян. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2018. – 210 с.: ил.
- Заболотских В.В., Танких С.Н., Заболотских А.Н., Васильев А.В. Разработка биоактивных рекультивантов для детоксикации и восстановления техногенно нарушенных земель /Научные разработки: евразийский регион: материалы международной научной конференции теоретических и прикладных разработок (г. Москва, 16 августа 2019 г.) / отв. ред. Д.Р. Хисматуллин. – Москва: Издательство Инфинити, 2019. – 98 с. С.82 - 89 ISBN 978-5-905695-47-6
- Заболотских В.В., Танких С.Н., Заболотских А.Н. Development of bioactive capsules for soil restoration in spent quarries Разработка биоактивных капсул для восстановления почвенного покрова на отработанных карьерах/ Materials of the International Conference “Scientific research of the SCO countries: synergy and integration” - Reports in English (August 15, 2019. Beijing, PRC). С.156 – 161 ISBN 978-5-905695-48-3
- Заболотских В.В., Смахина Л.А., Заболотских А.Н., Гладышев Н.Г. Разработка и экспериментальное получение биоразлагаемых полимеров из целлюлозосодержащих отходов /Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума НАУКА И ИННОВАЦИИ- СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ (г. Москва, 23 августа 2019 г.). / отв. ред. Д.Р. Хисматуллин. – Москва: Издательство Инфинити, 2019. – 184 с. С. 176 – 182 ISBN 978-5-905695-52-0
- Заболотских В. В., Васильев А.В., Танких С.Н. Технологические подходы к детоксикации и биовосстановлению нефтезагрязнённых земель. /Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 20, № 5(3), 2018
- Танких С.Н., Заболотских В. В. Применение комплексного подхода для очистки почв от продуктов переработки нефти. /Современные проблемы экологии: доклады XXII международной научно-практической конференции под общ. ред. В.М. Панарина. - Тула: Инновационные технологии, 2019. – 221с
- Танких С.Н., Заболотских В. В. Диагностика, восстановление и рекультивация почв временных стоянок автомобилей на территории 14 квартала г.о. Тольятти./ Экологические проблемы природо- и недропользования: Труды международной молодежной научной конференции. Том XIX / Под ред. В. В. Куриленко – СПб.: СПбГУ, 2019. – 450 с.
- Заболотских В. В., Танких С.Н., Васильев А.В. Получение биосорбентов на основе природных материалов для очистки почв от нефтяных загрязнений. Доклады Международной конференции «Композит-2019» 21 – 23 мая 2019 года Энгельс 2019

# Практическая реализуемость проекта

**Преимущества:** высокая эффективность очистки, повышение плодородия почв, дешевизна и др.

**Потребители:** АПК, фермерские и индивидуальные хозяйства, сельскохозяйственное производство, нефтегазовые, геологические и др. компании и предприятия, службы благоустройства города, ЖКХ, мэрии, вузы и др.

Возможное создание **малых предприятий** по изготовлению многокомпонентных биоактивных капсул рекультивантов в биоразлагаемой оболочке

# Перспективы коммерциализации проекта

## Заказчики:

- Нефтехимические и нефтегазовые предприятия: снижение загрязнений почв нефтепродуктами, рекультивация почв (в том числе в рамках соглашения СамГТУ - Роснефть);
- Малый бизнес, частные заказчики: биокапсулы по повышению плодородия почв;
- Образовательные учреждения (новые образовательные технологии) и др.

# Инновационный продукт, область применения, внедрения

- В результате данной работы планируется получить в качестве продуктов **технологически обоснованные и апробированные составы капсульных смесей для очистки и обогащения почв.**
- **Преимущество разрабатываемых капсул:**
  - - экономичность,
  - - низкая себестоимость,
  - - использование в качестве сорбентов и минеральных добавок доступных в регионе минералов и растительных отходов,
  - - эффективность,
  - - экологичность
- **Возможные потребители продукта:**
  - Для очистки почв от нитритов, нитратов, остатков пестицидов – **агрокомплексы, дачники, фермерские хозяйства.**
  - Для восстановления постпирогенных почв, урбанозёмов, обезвреживания полигонов, свалок - **муниципальные экологические службы, лесное хозяйство.**
  - Для ликвидации последствий нефтяных разливов, очистки почв от нефтепродуктов – **МЧС, ЛАРН, экологические службы.**



Благодарю за внимание

