

# ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПЛОДОРОДИЯ

---

## КЛАССИФИКАТОР МЕТОДОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ

---

*Л.В. Кирейчева, д.т.н., И.В. Глазунова, к.т.н., В.М. Яшин, к.т.н., ВНИИГиМ,  
Нгуен Суан Хай, д.с.-х.н., Ханойский университет естественных наук*

*Выполнены исследования по формализации и унификации в области восстановления плодородия деградированных земель. Проведен анализ данных и разработан классификатор методов и технических решений по восстановлению плодородия деградированных земель.*

*Ключевые слова: плодородие, классификатор, эрозия, деградированные земли, тяжелые металлы.*

Создание условий для сохранения и воспроизводства используемых в сельском хозяйстве природных ресурсов – основа достижения продовольственной безопасности страны. В соответствии с Земельным кодексом Российской Федерации, сельскохозяйственные угодья – пашни, сенокосы, пастбища, залежи, земли, занятые многолетними насаждениями (садами, виноградниками и другими), в составе земель сельскохозяйственного назначения имеют приоритет в использовании и подлежат особой охране [5]. Плодородие почвы составляет особую производительную силу земли, существенно влияющую на производительность труда в земледелии и величину стоимости произведенного продукта. За период с 1991 по 2012 г. площади земель, используемых под пашню, сократились более чем на 10,9 млн га. Одна из причин сокращения площади сельскохозяйственных угодий – деградация земель, которая в настоящее время представляет одну из важнейших социально-экономических проблем и наносит огромный ущерб продуктивному потенциалу земельного фонда России, а также создает угрозу экологической, экономической и в целом национальной безопасности страны. Среди опасных негативных процессов на территории Российской Федерации интенсивно развиваются эрозия, дефляция, заболачивание, засоление, загрязнение, опустынивание, подтопление, зарастание сельскохозяйственных угодий кустарником и мелколесом и другие процессы, ведущие к потере плодородия сельскохозяйственных угодий и выводу их из хозяйственного оборота. По экспертным оценкам, в настоящее время в земледелии России отрицательный баланс питательных веществ. В период с 2006 по 2011 г. из почвы с урожаем вынесено 55,8 млн т питательных веществ, при этом внесено в почву 25,66 млн т. Отрицательный баланс питательных веществ за 6 лет составил 30,2 млн т д.в. [3]. Для предотвращения деградации почв и дальнейшего расширенного воспроизводства почвенного плодородия необходима система целенаправленных мероприятий и агротехнических мероприятий, способствующих устойчивому накоплению гумуса как источника потенциальной энергии, улучшению водно-физических и химических свойств почвы. В России отсутствует единая концепция восстановления плодородия деградированных почв, а применяемые методы и технологии не всегда эффективны.

Кроме того, на российском рынке практически отсутствуют предложения и спрос услуг по восстановлению плодородия деградированных земель. Существующая информация по способам и технологиям восстановления плодородия почв сельскохозяйственных угодий разрознена и вызывает затруднения у заказчика при поиске поставщиков или партнеров по проведению противодеградационных мероприятий. Практически отсутствуют услуги по детоксикации почв, загрязненных тяжелыми металлами. В условиях усиления техногенной нагрузки на природу и необходимости производства экологически безопасной продукции нужно в ближайшее время разработать основные направления решения этой задачи. Вместе с тем, развиваются услуги по очистке территорий от разлива нефти и детоксикации почвы, загрязненной нефтепродуктами. Проблема усугубляется отсутствием структуры, которая оказывала бы реальную консультативную помощь в обосновании

необходимости проводимых мероприятий, составлении проектно-сметной документации и выборе производителей работ.

Правильный выбор современных технических решений по восстановлению плодородия эродированных, загрязненных и других деградированных земель можно сделать только на основе профессионально организованной базы данных (классификаторах).

Цель разработки классификатора – установить соответствия между значениями справочных или описательных признаков элемента или процесса и значениями группировочных признаков.

**Методика.** Составление классификатора выполнено в соответствии с ПР50.1.024-2005. Основанием для проведения работ по общероссийским классификаторам и разработки настоящих правил стандартизации являются Федеральные законы, постановления Правительства Российской Федерации, приказ Росстата.

При составлении классификатора использовали иерархический подход, при котором заданное множество делится последовательно на подчиненные подмножества. Количество уровней классификации, соответствующее числу признаков, выбранных в качестве основания деления, характеризует глубину классификации. Главный принцип построения предметного классификатора – простота использования при поиске методов и критериев эффективности – послужил отправной точкой при выборе рубрик первого уровня. На первой ступени (раздел) классифицировали предметные области, имеющие дальнейшее деление на второй и третьей ступенях классификации – группа, подгруппа. Раздел идентифицировался однозначным цифровым кодом; код группы состоит из кода предметной области и двухзначного цифрового кода группы, разделенных точкой; код подгруппы состоит из кода группы и собственного трехзначного кода, разделенных точкой [2].

**Результаты и их обсуждение.** Классификатор методов восстановления плодородия деградированных земель составлен так, чтобы максимально учесть все мероприятия и критерии их эффективности по восстановлению деградированных земель, в том числе загрязненных тяжелыми металлами и нефтепродуктами, а также частные и обобщенные критерии эффективности. В качестве рекомендованного стандарта в области классификации методов и критериев эффективности взята принципиальная структура предметного классификатора, выражающаяся в трех его верхних уровнях рубрик. При таком подходе детальная доработка предметного классификатора на более низких уровнях будет прерогативой отдельных разработчиков в субъектах Федерации, ведомствах и независимых фирмах.

Основой для составления классификатора послужил анализ процессов деградации и мероприятий, обеспечивающих предупреждение или ликвидацию деградационных процессов, выполненный на базе многочисленных литературных источников (табл. 1).

При составлении классификатора были выделены 10 основных разделов по назначению:

- методы восстановления плодородия эродированных земель;
- методы восстановления плодородия переуплотненных и подверженных слитизации земель;
- методы восстановления плодородия дегумифицированных и подверженных сработке торфа земель;
- методы восстановления плодородия подтопленных и заболоченных земель;
- методы очистки и восстановления плодородия земель, за-

грязненных тяжелыми металлами;

- методы очистки и восстановления плодородия земель, загрязненных нефтепродуктами;
- методы восстановления плодородия вторично засоленных и осолонцованных земель;
- методы восстановления плодородия щелоченных и подкисленных земель;
- методы восстановления плодородия земель, подверженных снижению биологической активности;
- методы восстановления плодородия земель, подверженных сведению лесов, опустыниванию.

Выделенные разделы делятся на группы (способы реализации метода): например, агротехнические, гидротехнические, лесомелиоративные, биологические, химические, физические и т.д.; для каждой группы выделены подгруппы (мероприятия, по которым разрабатываются конкретные технические решения). Для реализации технических решений нужна разработка конкретной технологии. Таким образом, глубина

предлагаемого классификатора составляет четыре уровня.

При разработке классификатора для его соответствия международным классификациям информации учитывали отображение деградации в классификациях почв Евросоюза [10, 11, 14, 15].

При составлении классификатора использовали известные классификации по степени проявления деградационных почвенных процессов: степени смывости почвы, степени содержания гумуса, степени загрязнения химическими веществами и другими поллютантами и др. [1, 2, 4, 11-13].

Рассмотрим структуру классификатора на примере группы восстановления плодородия земель, подверженных загрязнению тяжелыми металлами (ТМ). По степени суммарного загрязнения почвы выделяют следующие категории загрязнения (критерии): допустимая, умеренно опасная, высокоопасная, чрезвычайно опасная (Госкомприрода СССР от 02-10 51-2333 от 10.12.90). В зависимости от степени загрязнения почвы выделяют следующие группы и подгруппы (табл. 2).

# 1. Основные процессы деградации почв и мероприятия по их предупреждению и ликвидации (по данным литературных источников)

| Вид деградации (процесс)                        | Мероприятия по предупреждению и ликвидации деградационных процессов почв  |
|---|---|
| Эрозия  | Применение почвозащитных севооборотов.<br>Увеличение площади многолетних трав до 50% и сокращение площади пропашных культур.<br>Обработка почвы поперек склона.<br>Чередование пропашных культур с почвозащитными культурами  |
| Плоскостной смыв                                | Использование постоянных полос из многолетних трав, кустарников и деревьев.<br>Контурное земледелие. Кротование почв. Террасирование склонов, снегозадержание, регулирование снеготаяния, щелевание, нарезка водоотводящих борозд   |
| Дефляция  | Рациональное распределение земельных угодий.<br>Почвозащитные севообороты.<br>Ориентация полей поперек активных ветров.<br>Безотвальная обработка почв.<br>Замена чистых паров сидеральными культурами и кулисными посевами.<br>Применение структурообразователей на легких почвах.<br>Размещение лесных полос с учетом направления активных эрозионных ветров.<br>Террасирование склонов |
| Снижение фильтрационных свойств                 | Рыхление мелиоративное, кротование, щелевание.<br>Вспашка глубокая.<br>Внесение органических удобрений и структурообразователей.<br>Подпочвенный дренаж.<br>Пескование  |
| Слитизация                                      | Химическая мелиорация почвы (внесение структурообразователей, кальцийсодержащих веществ и др.).<br>Применение физиологически кислых и кальцийсодержащих удобрений.<br>Введение в севооборот многолетних трав.<br>Механическая обработка почвы   |
| Снижение водоудерживающей способности почв      | Глинование, внесение сапропеля, органических веществ.<br>Добавление в почву диспергаторов (например, натрийсодержащих мелиорантов)  |
| Подтопление и заболачивание почв                | Организация поверхностного стока.<br>Инженерный дренаж.<br>Биологический дренаж.<br>Мелиоративное рыхление, щелевание, кротование. Пескование.<br>Специальные севообороты с включением влаголюбивых культур   |
| Вторичное засоление и осолонцевание почвы       | Промывные режимы орошения.<br>Промывка на фоне дренажа.<br>Инженерный дренаж.<br>Планировка поверхности полей.<br>Возделывание соле- и содоустойчивых культур и галофитов.<br>Химическая мелиорация (внесение гипса, органических веществ и фосфатов, других мелиорантов). Кондиционирование оросительной воды.<br>Мелиоративное рыхление   |
| Подщелачивание или подкисление почвы            | Регулирование pH (внесение кальцийсодержащих мелиорантов и других веществ, регулирующих pH).<br>Снижение ирригационной нагрузки. Оптимизация применения минеральных удобрений.<br>Внесение повышенных доз органических удобрений.<br>Введение в севооборот многолетних трав.<br>Кондиционирование оросительной воды   |
| Загрязнение                                     | Регулирование pH почвы внесением природных и искусственных мелиорантов.<br>Создание и применение менее токсичных и менее стойких соединений агрохимикатов, уменьшение доз их внесения в почву.<br>Внесение сорбентмелиорантов для детоксикации.<br>Использование культур-фитореимедантов.<br>Промывки на фоне внесения кислых мелиорантов   |
| Снижение поглощательной способности             | Внесение кальцийсодержащих и комплексных мелиорантов.<br>Внесение повышенных доз органических удобрений.<br>Внесение веществ с высокой удельной поверхностью и сорбционной емкостью (цеолит, сапропель и др.).<br>Специальные севообороты   |
| Уменьшение численности и видового состава биоты | Внесение биологически активных смесей и эффективных почвенных микроорганизмов (ЭМ-культуры).<br>Улучшение благоприятных условий для живых организмов.<br>Севообороты с посевом бобовых культур.<br>Ограничение использования пестицидов.<br>Регулирование газового состава почвенного воздуха   |
| Снижение биологической активности               | Улучшение комфортности условий для живых организмов.<br>Внесение биологических и органических удобрений и ЭМ-культур.<br>Внесение биологически активных смесей  |
| Почвоутомление                                  | Введение травопольных севооборотов.<br>Широкое применение бобовых культур в севообороте.<br>Биологическая очистка почвы.<br>Минимизация обработок почвы   |
| Дегумификация                                   | Внесение гумусосодержащих веществ и повышенных доз органических удобрений.<br>Севообороты с увеличением доли многолетних трав, посевы промежуточных культур.<br>Севообороты с бобовыми культурами.<br>Запашка соломы.<br>Минимизация обработок почвы.<br>Использование сидеральных культур.   |
| Срабка торфа                                    | Поддержание лугового типа водного режима.<br>Травопольные севообороты.<br>Внесение органических удобрений.  |
| Опустынивание                                   | Закрепление песков.<br>Лесомелиорация (создание лесозащитных полос).<br>Фитомелиорация, восстановление и создание пастбищ.<br>Внесение органических веществ, мелиорантов и структурообразователей.<br>Мелиоративные севообороты   |

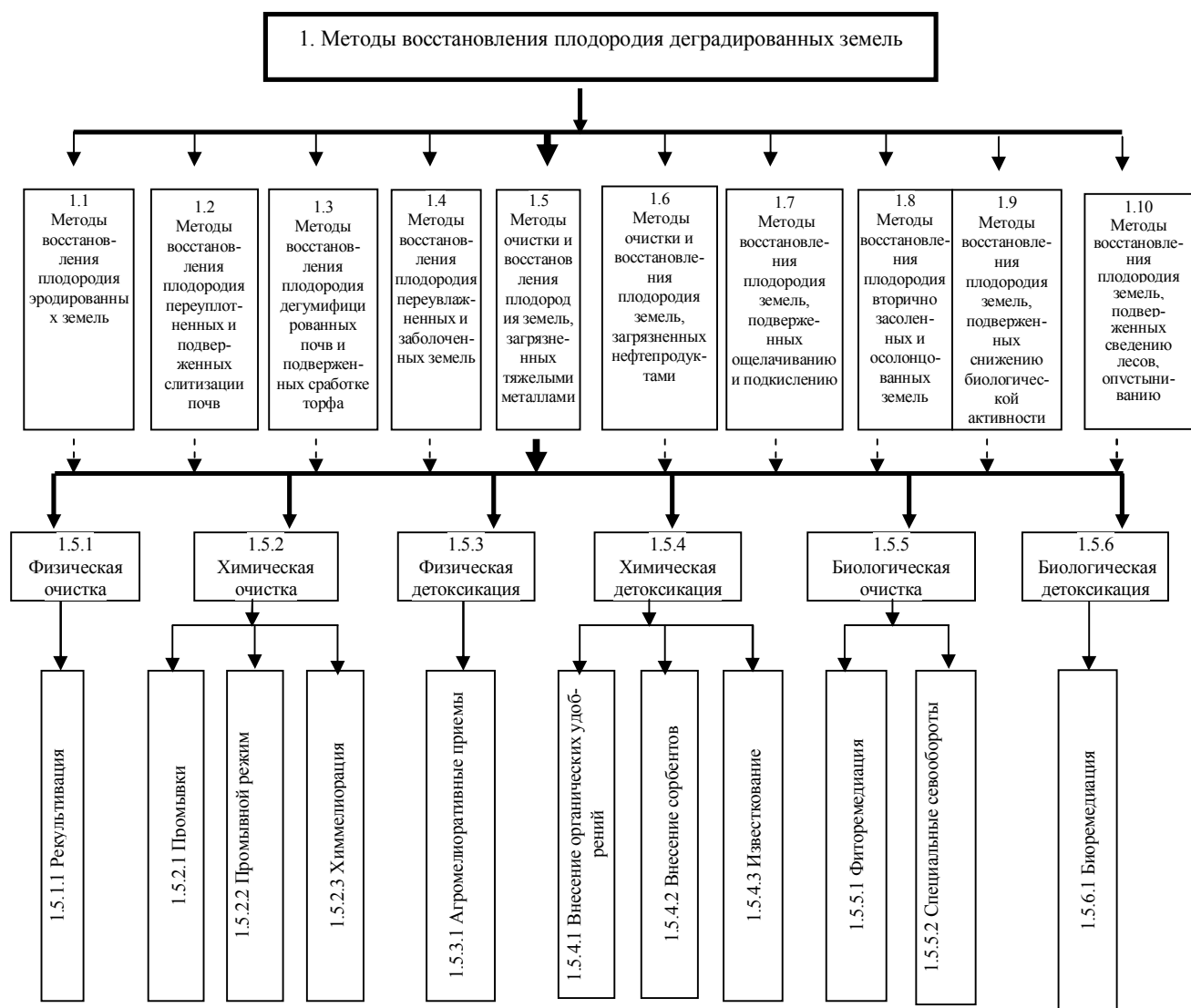


Рис. 1. Фрагмент классификатора методов восстановления плодородия деградированных земель

## 2. Система мероприятий по ликвидации и предупреждению загрязнения тяжелыми металлами сельскохозяйственных земель [9]

| Степень загрязнения почв | Методы санации почвы (группы)   | Мероприятия по санации почвы (подгруппы)  |
|--------------------------|---------------------------------|---|
| 1. Чрезвычайно опасная   | 1.1. Физическая очистка         | Рекультивация – изъятие загрязненной почвы и внесение чистого грунта  |
|                          | 1.2. Химическая очистка         | Промывка почвы водой, минеральными кислотами, фульвокислотами, растворами комплексообразователей. Промывной режим орошения. Изменение pH почвенного раствора                    |
| 2. Высоко – опасная      | 2.1. Физическая детоксикация    | Агромелиоративные приемы: глубокая вспашка, рыхление, щелевание, кротование с одновременным внесением химических мелниорантов.  |
|                          | 2.2. Химическая детоксикация    | Внесение органических удобрений: торф, сапропель, навоз и т.д. Внесение сорбентмелиорантов. Известкование почвы. Внесение фосфорных удобрений. Изменение pH почвенного раствора |
| 3. Умеренно опасная      | 3.1. Биологическая очистка      | Фиторемедиация. Фитомелиоративные севообороты   |
|                          | 3.2. Биологическая детоксикация | Биоремедиация: внесение в почву микроорганизмов, переводящих ТМ в недоступные для растений формы  |

*Физические методы очистки* почвы – это удаление всех форм металлов из неё, как правило, вместе с грунтом. Осуществляются приемами рекультивации (полного удаления грунта) и его замены с помощью внесения чистого грунта, торфа, сапропеля. При рекультивации достигается 100%-ная очистка почвы от загрязнителей. При внесении чистой почвы снижается степень загрязненности, а при изменении гранулометрического состава – степень опасности загрязнений. Если после использования физических методов очистки предполагают применять химические методы доочистки путем промывки почвы, целесообразно провести пескование тяжелых почв с высоким содержанием илистой фракции. Увеличение песчаной фракции способствует более эффективному выведению подвижных форм ТМ из почвы при химическом методе очистки.

*Методы химической очистки* предусматривают удаление из почвы ТМ химическими способами. В этом случае удаляются растворимые и подвижные формы ТМ. Химическую очистку почв осуществляют с помощью их промывки. Промывные нормы должны быть достаточными только для вытеснения почвенного раствора с ТМ в слои почвы, подстилающие расчетный активный корнеобитаемый слой. Это позволит также избежать загрязнения грунтовых вод, так как основная масса соединений ТМ будет фиксироваться почвенным поглощающим комплексом подстилающего слоя. Промывку проводят через достаточно большие промежутки времени – для насыщения почвенного раствора ТМ, ее можно приурочить к поливу сельскохозяйственных культур. Промывку можно существенно ускорить, применяя специальные вещества, увеличивающие растворимость ТМ.

*Биологические методы очистки* основаны на выведении ТМ из почвы с помощью растений (фиторемедиация) и микроорганизмов (биоремедиация). Отдельные виды растений способны выдерживать достаточно высокие концентрации токсичных элементов и поглощать их в процессе жизнедеятельности. Толерантные растения при отчуждении их надземной массы могут способствовать очищению почв от токсичных элементов. Для обезвреживания ядовитых органических веществ успешно используют *метод биоремедиации*, когда для разложения загрязняющих веществ применяют микроорганизмы. Однако микроорганизмы не способны удалять из почвы вредные для здоровья человека ТМ (мышьяк, кадмий, медь, ртуть, уран). Симбиоз микроорганизмов и растений может дать положительный эффект биологической очистки почв от ТМ.

На основе технических решений разрабатывают конкретные технологии выполнения работ. Во ВНИИГиМе разработаны и внедрены новые технологии детоксикации почв, за-

грязненных ТМ, с использованием новых сорбентомелиорантов на основе комбинированных препаратов [6-9].

Фрагмент классификатора восстановления плодородия почвы показан на рисунке.

**Заключение.** Классификатор в области методов и технологий восстановления плодородия земель обеспечивает:

построение системы хранения и обработки информации по современным методам, технологиям и техническим решениям в области очистки и восстановления плодородия деградированных и загрязненных земель;

унификацию переработки и хранения данных и информационную совместимость;

взаимодействие и сопряжение классификаторов разных категорий при их использовании;

гармонизацию с международными классификациями информации.

#### *Литература*

- ГОСТ 17.4.2.02-83 Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей пригодности нарушенного плодородного слоя почв для землевания.
- ГОСТ 17.4.2.03-86 Паспорт почв.
- Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения. – М., 2012. – 225 с.
- Заславский М.Н. Эрозиоведение. – М.: Высшая школа, 1983. – 320 с.
- Земельный кодекс Российской Федерации.
- Кирейчева Л.В., Глазунова И.В. Природные сорбенты для детоксикации загрязненных почв // Плодородие. – № 6. – 2008. – С. 44-46.
- Кирейчева Л.В., Ильинский А.В., Яшин В.М., Нгуен Суан Хай. Детоксикация загрязненных тяжелыми металлами выщелоченных черноземов и древнеаллювиальных почв с использованием сорбционных материалов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – №3. – 2009. – С. 41-43.
- Кирейчева Л.В., Москолкина Л.И. Использование природных сорбентов, их смесей и модификаций для детоксикации почв, загрязненных мышьяком. – В трудах междунар. конф. «Инновационные технологии в мелиорации и сельскохозяйственном использовании мелиорированных земель» 15-17 сентября 2010 г. Минск.
- Методические рекомендации по мероприятиям для предотвращения и ликвидации загрязнения агроландшафтов тяжелыми металлами // Кирейчева Л.В., Мажайский Ю.А., Глазунова И.В., Ильинский А.В., Хохлова О.Б., Яшин В.М. – М.: ВНИИГиМ, 2005. – 72 с.
- Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирования систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии. Т. 1-3 – М.: Почвенный институт им. В.Н. Докучаева, 2013.
- Межгосударственный классификатор стандартов МК (ИСО/ИНФКО МКС) 001-96 Межгосударственный классификатор стандартов (с изменениями NN 1-5).
- Межгосударственный стандарт Охрана природы ГОСТ 17.4.3.06-86 Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ.
- Соболев С.С. Защита почв от эрозии. – М.: 1961. – 230 с.
- [http://eu-soils.jrc.ec.europa.eu/ESDB\\_Archive/eu-soils\\_docs/Pub/bob/P04SoilTillageResFinal.pdf](http://eu-soils.jrc.ec.europa.eu/ESDB_Archive/eu-soils_docs/Pub/bob/P04SoilTillageResFinal.pdf)
- <http://eu-soils.jrc.ec.europa.eu/result.cfm?form.criteria=soil%20classification>

## CLASSIFIER OF METHODS AND TECHNICAL SOLUTIONS FOR RESTORING THE FERTILITY OF DEGRADED LANDS

*L. V. Kireicheva<sup>1</sup>, I. V. Glazunova<sup>1</sup>, V. M. Yashin<sup>1</sup>, Nguyen Xuan Hai<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Volgograd Branch, Kostyakov All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, ul. Timiryazeva 1, Volgograd, Russia*

<sup>2</sup>*University of Natural Sciences, Hanoi, Vietnam*

*Studies have been performed on the formalization and unification of data in the field of fertility restoration of degraded lands. Data have been analyzed, and a classifier of methods and technical solutions for the fertility restoration of degraded lands has been developed.*

*Keywords: fertility, classifier, erosion, degraded lands, heavy metals.*