

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ
Аграрно-технологический институт
Агробιοтехнологический департамент**

**КУРСОВАЯ РАБОТА
«СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА
РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ»**

направление подготовки «Агрономия» (35.03.04). Квалификация «бакалавр».

Разработчик Гайсина Э.М.
Государство РФ
Студент группы САГбд-01-19
Студенческий билет № 1032193185

подпись разработчика
« ____ » _____ 2021

Научный руководитель
Гресис В.О.

подпись научного руководителя

Оценка. ECTS _____ Балл _____

Оригинальность в _____ %
"Антиплагиат" _____

Москва
2021

Оглавление

<i>Введение</i>	<i>3</i>
<i>1. История становления и развития реализации процесса рекультивации земель.....</i>	<i>6</i>
§1. Понятие рекультивации в зарубежной научной литературе	6
§2. История реализации процесса рекультивации в зарубежных странах	8
§3. Понятие и история процессов рекультивации в отечественной научной литературе	10
§3. Объекты рекультивации в Российской Федерации	12
<i>2. Этапы рекультивации земель.....</i>	<i>14</i>
§1. Подготовительный этап рекультивации.....	14
§2. Технический этап рекультивации земель	15
§3. Биологический этап рекультивации земель.....	16
<i>3. Современный зарубежный опыт рекультивации земель.....</i>	<i>19</i>
§1. Рекультивация земель в США	19
§2. Рекультивация земель в Великобритании.....	20
§3. Рекультивация земель в Германии	22
§4. Рекультивация земель в других странах Европы и СНГ	23
<i>Заключение</i>	<i>26</i>
<i>Список литературы.....</i>	<i>27</i>

Введение

Антропогенное воздействие на почвы оказывает негативное влияние на плодородие земель, баланс экосистем и экологическое состояние ландшафта. Нарушенные земли являются источниками загрязнения атмосферы, воды и прилегающих угодий, что негативно сказывается на качестве производимой продукции и здоровье населения. Для восстановления экологической целостности нарушенных территорий необходимо выполнять рекультивационные работы. В работе представлен обзор литературы и комплексное сравнение отечественного и зарубежного опыта рекультивации нарушенных земель.

Актуальность исследования. Традиционное сельское хозяйство, основанное на широком применении сельскохозяйственной техники и пестицидов, внесло значительный вклад в удовлетворение глобальных потребностей в обеспечении продовольствием, однако интенсификация сельскохозяйственного производства привела к деградации почв и снижению уровня их плодородия¹. С учетом вышеизложенного возникает проблема воссоздания и сохранения плодородия почв приёмами целенаправленного преобразования их свойств. Одним из возможных решений данной проблемы является рекультивация земель. В мировой научной литературе первые работы по рекультивации относятся к началу XIX века. Зарубежный опыт рекультивации земель позволяет эффективно восстанавливать нарушенные земли и увеличивать плодородие почв. Отечественная наука внесла огромный вклад в формирование методов рекультивации почв.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования являются методы рекультивации деградированных и нарушенных земель сельскохозяйственного назначения. Предметом исследования являются

¹ *FAO. The ethics of sustainable agricultural intensification // FAO Ethics Series. Rome. 2004. № 3. с. 3-5.*

современные отечественные и зарубежные методы рекультивации земель с целью повышения эффективности и устойчивого развития сельскохозяйственного производства.

Цель и задачи исследования. Целью данной работы является проведение сравнительного анализа применяемых методов рекультивации нарушенных и деградированных сельскохозяйственных земель в зарубежных странах, таких как США, Германия, Великобритания и др., и Российской Федерации.

Задачами исследования являются:

1. Анализ развития реализации методов рекультивации земель.
2. Систематизация применяемых в зарубежных странах методов реабилитации деградированных и нарушенных сельскохозяйственных земель и их характеристика.
3. Систематизация применяемых в Российской Федерации методов реабилитации деградированных и нарушенных сельскохозяйственных земель и их характеристика.
4. Проведение комплексного анализа и характеристики современных методов, позволяющих решить проблему рекультивации почв.

Методология исследования. В процессе исследования был применен ряд общенаучных методов, таких как: описание объектов и предметов познания (качественное и количественное), анализ, синтез, обобщение, научное объяснение, системный метод, индукция, дедукция, абстрагирование, конкретизация, аналогия.

Теоретическая база исследования составлена работами российских и зарубежных ученых. Проблемы рекультивации нарушенных земель раскрывают в своих работах Н.А. Архипова, А.И. Алтухова, А.Е. Булатова, И.Н. Буробкина, А.А. Варламова, В.А. Вашанова, Н.В. Гаранькина, В.В.

Жабина, О.П. Кравчино, С.И. Носова, В.Д. Руднева, А.Е. Умнова, В.П. Лавцевича и других. Данная проблема также освещена в работах иностранных авторов, среди них К.К. Aaron, S.O. Adesiyen, R.P. Barfos, P. Brinkhoff, A. Fentiman, L.C. Oujj, S.I. Omofonmwan, T. Daniel-Kalioand и другие.

Нормативная основа исследования. Для решения поставленных задач были использованы Земельный кодекс Российской Федерации, Постановление Правительства Российской Федерации, нормативные акты Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, статистические и методические материалы Федеральной службы государственной статистики, а также природоохранные нормативные акты зарубежных стран (США, Австралия, Франция) в области восстановления нарушенных и деградированных земель.

1. История становления и развития реализации процесса рекультивации земель

§1. Понятие рекультивации в зарубежной научной литературе

Рекультивация является относительно новым направлением научных исследований и производственной деятельности. В процессе рекультивации все компоненты ландшафта воссоздаются: формируются рельеф и толща пород, составляющих основу будущего ландшафта; восстанавливается режим грунтовых вод; в соответствии с выбранным видом освоения рекультивируемых территорий создается структура почвенного и растительного горизонтов ландшафта. Искусственно воссозданная среда формирует фауну восстанавливаемых территорий.

Несмотря на то, что первые масштабные работы по восстановлению нарушенных земель начали проводить в Германии в конце XIX века, сам термин «рекультивация» впервые был сформулирован только в начале XX века. За рубежом также используются близкие по значению термины — Reclamation, Restocking, Reinstatement, вбирающие в себя содержание рекультивационных и иных видов работ по экологическому восстановлению ландшафтов. Изначально, согласно формулировкам в зарубежных научных трудах², рекультивация земель определялась как процесс, при котором «в течение определенного периода выполняется комплекс различных работ (инженерных, горных, мелиоративных, сельскохозяйственных, лесных и др.), направленных на восстановление продуктивности нарушенных земель»³. Следовательно, под рекультивацией понималась оптимизация техногенного ландшафта и, как следствие, улучшение состояния окружающей среды.

² Troeh, F.; Hobbs, J.; Donahue, R. Soil and Water Conservation, 2nd ed.; Prentice-Hall, Engelwood Cliffs: Upper Saddle River, NJ, USA, 1991; с. 235.

³ Pengra, B.W.; Stehman, S.V.; Horton, J.A.; Dockter, D.J.; Schroeder, T.A.; Yang, Z.; Cohen, W.B.; Healey, S.P.; Loveland, T.R. Quality control and assessment of interpreter consistency of annual land cover reference data in an operational national monitoring program. Remote Sens. Environ. 2020. 238. 111261.

Ключевым для зарубежного понимания рекультивации являлось то, что в процессе рекультивации происходит восстановление прежнего состояния почвы, то есть почве возвращаются форма и продуктивность в соответствии с предыдущим планом землепользования. Стоит отметить, что в результате рекультивации важно достигнуть стабильного экологического состояния, которое не вносит существенного вклада в ухудшение окружающей среды и соответствует окружающему экологическому фону. В процессе развития знаний и методов рекультивации, данный термин приобретал множество различных значений. Так, профессор Денверского университета Т.Дж. Терренс, давая определение термину «рекультивация», упоминал возможность многозначности в понимании рекультивации. По его словам, «термин «рекультивация» использовался непоследовательно и его коннотации менялась на протяжении многих лет. Соответствующие законы и постановления интерпретировались и применялись по-разному, время от времени и от места к месту»⁴. Причина в такой обилии трактовок рекультивации лежит в двух взглядах на конечную цель рекультивации. Так, рядом ученых (В.Н. Эллер, Р.В. Белл) основное внимание уделялось уже существующему земельному потенциалу, который необходимо восстановить, а не предполагаемому и неопределенному будущему землепользованию рекультивируемого участка⁵. Эта позиция противоречила ряду ученых (Р. Таннер, Р. Хаттинг), которые отдают ключевое значение рекультивации предполагаемой области землепользования⁶. Наиболее обоснованной является позиция современников (М.Т. Ментис, С.Е. Макдоналд), заключающаяся в том, что стандарт, в соответствии с которым должна проводиться рекультивация, зависит от таких факторов, как характер

⁴ *Terrence, T.J.* Reclamation of disturbed lands. In *Encyclopedia of Environmental Analysis and Remediation*; Meyers, R.A., Ed.; Wiley: New York, NY, USA, 1998; pp. 4078–4101.

⁵ *Bell RW* Restoration of degraded landscapes: principles and lessons from case studies with salt-affected land and mine revegetation. CMU. 2002. J 1(1):1–21

⁶ *Hatting R, Tanner P, Aken M* Land rehabilitation guidelines for surface coal mines. Land rehabilitation Society of Southern Africa, CoalTech, Minerals Council of South Africa. 2019.

деградации, предполагаемого землепользования в будущем или возможности сохранения существующего потенциала⁸.

Однако общим для всех зарубежных ученых является понимание, что загрязнение земель – это одна из наиболее значимых проблем, с которыми сталкивается мировое сообщество в обеспечении устойчивых условий жизни для будущих поколений⁹. По этой причине рекультивация земель рассматривается как перспективное направление исследований в области устойчивого развития сельскохозяйственных земель.

§2. История реализации процесса рекультивации в зарубежных странах

Несмотря на то, что практика рекультивации сформирована относительно недавно (первые масштабные работы были реализованы только после Второй Мировой Войны), восстановлением нарушенных ландшафтов в странах Европы занимались уже давно. Впервые мероприятия по восстановлению горных выработок упоминаются в Венгрии. В XV веке король Сигизмунд I издал приказ о необходимости восстановить лесные массивы, пострадавших в результате горных выработок¹⁰, так как горные работы нарушали только верхний горизонт почвы, то есть мероприятия по восстановлению нарушенных земель сводились к небольшим агротехническим приемам, таких как, например, техническая обработка почв, высадка культур на небольших участках поврежденных земель, что обеспечивало возможность дальнейшего хозяйственного использования данных территорий¹¹.

⁸ *Mentis M* Environmental rehabilitation guide for South Africa. Quickfox, Johannesburg. 2019.

⁹ *Kalita, E.; Baruah, J.* Environmental remediation. In Colloidal Metal Oxide Nanoparticles. Synthesis, Characterization and Applications, Metal Oxides; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2020; pp. 525–576.

¹⁰ *Haigh M. J.* Surface Mining and the Environment in Europe // International Journal of Surface Mining, Reclamation, and Environment. 1993. No 7. P. 91 – 104.

¹¹ *Кожеевников Н. В., Заушинцева А. В.* Отечественный и зарубежный опыт биологической рекультивации нарушенных земель // Вестник Кемеровского государственного

Первые крупные работы по рекультивации промышленных ландшафтов были выполнены в Германии. Начало промышленной революции привело к необходимости наращивания объемов горнодобывающей промышленности. Интенсивное использование земельных участков для добычи полезных ископаемых повлекло за собой разрушение горизонтов почв и их загрязнение. В связи с этим в 1766 г. на землях Рейн-Вестфалии, где расположен Нижнерейнско-Вестфальский угольный бассейн, впервые был реализован биологический этап рекультивации, там были высажены древесные породы, такие как дуб красный, ольха черная, сосна обыкновенная, акация белая и др. Данные насаждения привели к частичному восстановлению ландшафтов, поэтому к 1943 г. общая площадь лесонасаждений с целью рекультивации на территории Германии составляла 1700 га.

В Великобритании рекультивационные работы проводят с конца XIX в. Изначально, работы по рекультивации велись традиционным способом, то есть происходило нанесение плодородного и потенциально плодородного почвенного слоя и удобрений, извести, золы с последующим посевом многолетних трав¹². Однако с момента принятия первого Закона Соединенного Королевства (Великобритания) о городском и сельском планировании в 1947 году организации, занимающиеся добычей полезных ископаемых, стали обязаны восстанавливать землю после прекращения работ. Рекультивационные работы включали в себя удаление загрязнений, выравнивание земель и посев семян, что породило общественное мнение: “if it was green, it was a good restoration” (если территория стала «зеленой», значит рекультивация прошла успешно)¹³.

университета. Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле. 2017. No 1. С. 43 – 47.

¹² С. М. Васильев, Ю. Е. Домашенко, Л. А. Митяева, М. А. Ляшков, А. О. Матвиенко, Ю. Ю. Глущенко Обзор основных методов и способов оценки нарушенных земель сельскохозяйственного назначения с использованием данных дистанционного зондирования / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2018. – 65 с. – Деп. в ВИНТИ РАН 20.07.2018, № 85-B2018.

¹³ P. Tomlinson, Evaluating the success of land reclamation schemes, Landscape Planning, № 11, 3, 1984, с. 187-203.

В США в 1937 году было проведено первое массовое озеленение выработанных площадей угольных карьеров¹⁴. Изначально посадки деревьев осуществляли с целью защиты скотных дворов и сельскохозяйственных культур. Однако потенциал насаждений был вскоре оценен и с целью рекультивации на землях штатов Иллинойс, Айова, Северная и Южная Дакота, Небраска и Канзас¹⁵.

Первые рекультивационные работы несли стихийный характер. Основным методом рекультивации служило озеленение земель, что давало определенные результаты, однако не приносило качественных изменений в общее состояние нарушенного ландшафта и решало лишь часть задач: постепенно восстанавливалась фауна территорий и плодородие почв.

§3. Понятие и история процессов рекультивации в отечественной научной литературе

Впервые термин «рекультивация» встречается в отечественной литературе в работе И.В. Лазаревой в работе «Восстановление (рекультивация) нарушенных территорий» (1962 год), определившей рекультивацию как «особую процедуру восстановления почв для сельскохозяйственного или полевого использования»¹⁶. В советские годы рекультивация рассматривалась как «процедура, относящаяся к возвращению нарушенных земель в экономическое и рациональное использование»¹⁷. Данная трактовка может быть объяснена тем, что большая часть

¹⁴ Pub. L. 74-461 AN ACT To promote the conservation and profitable use of agricultural land resources by temporary Federal aid to farmers and by providing for a permanent policy of Federal aid to States for such purposes February 29, 1936 – 1148.

¹⁵ Носников, В В Лесные мелиорации и рекультивация нарушенных земель : тексты лекций для студентов специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» специализации 1-75 01 01 06.

¹⁶ Лазарева, И.В. Восстановление (рекультивация) нарушенных территорий. / И.В. Лазарева // Опыт районной планировки и градостроительства зарубежом. М.: Госстройиздат, - 1962. – с. 317.

¹⁷ Зайцев Г.А. Лесная рекультивация [Текст] / Г.А. Зайцев. – М.: Лесная пром-сть, 1977. – 129 с.

рекультивационных работ того времени пришлось на послевоенные годы, когда главной целью было в кратчайшие сроки восстановить земли путем наименьших затрат. Наиболее близкое к современному определение рекультивации дал советский ученый Б. П. Колесников: «...создание и ускоренное формирование оптимальных культурных ландшафтов с продуктивным почвенно-растительным (биогеоценотическим) покровом». В современной терминологии под рекультивацией понимается большой комплекс инженерных, мелиоративных и экологических мероприятий, целью которых является плановое создание и ускоренное формирование на земельных участках, испытывающих антропогенное воздействие, оптимальных ландшафтов пригодных для использования в соответствии с целевым назначением¹⁸.

Крупеников И.А. и Холмецкий А.М. выделяют в своих трудах следующие этапы развития рекультивационных работ на территории Российской Федерации:

В 1906-1949 гг. происходило расширение нарушенных антропогенным воздействием земель, что привело к необходимости их восстановления, происходило зарождение идеи рекультивации и разрозненные опыты в этой сфере.

В 1950-1968 гг. наблюдался резкий рост площади открытых разработок полезных ископаемых в связи с развитием промышленности, в результате были разработаны требования и указания по рекультивации, системные научно-производственные эксперименты, первые обобщения, разрозненное планирование рекультивационных мероприятий.

В 1969-1980 гг. был принят Земельный кодекс и ряд правительственных постановлений по рекультивации, включение работ по рекультивации в технологический процесс производства, научно-организационное

¹⁸ Голованов А.И. Рекультивация нарушенных земель [Текст] / А.И. Голованов, Ф.М. Зимин, В.И. Сметанин; ред. А.И. Голованов. – М.: КолосС, 2009. – 325 с.

становление рекультоведения, возникновение проблемы утилизации почв, разработка государственных и отраслевых стандартов.

С 1981 г. началась разработка теории ускорения самовосстановления ландшафтов после рекультивации, расширение масштабов землевосстановительных работ и т.д.

§3. Объекты рекультивации в Российской Федерации

Согласно Собранию законодательства Российской Федерации от 30.07.2018, различают следующие группы объектов землепользования, подлежащих рекультивации, нарушенных при¹⁹:

1. разработке месторождений полезных ископаемых открытым или подземным способом, а также при добыче торфа;
2. складировании и захоронении промышленных, бытовых и других отходов;
3. окрестности нефтебуровых скважин, а также площади, залитые нефтью и промысловыми водами;
4. проведении строительных, мелиоративных, лесозаготовительных, геологоразведочных, испытательных, эксплуатационных, проектно-изыскательских и иных работ, связанных с нарушением почвенного покрова.

Чаще всего необходимо разрабатывать и применять комплекс рекультивационных мероприятий с целью создания условий для наибольшего возможного ускорения процессов самовосстановления разрушенных ландшафтов. При планировании комплекса мероприятий по рекультивации земель большое значение имеет степень нарушения почвенного покрова. В зависимости от вида нарушения формируется комплекс мероприятий по

¹⁹ Постановление Правительства РФ от 10.07.2018 N 800 (ред. от 07.03.2019) "О проведении рекультивации и консервации земель" (вместе с "Правилами проведения рекультивации и консервации земель") // Собрание законодательства РФ. 30.07.2018. № 31.

рекультивации земель. Степень нарушения почвенного покрова делится на три вида²⁰:

1. Полное уничтожение почвенного покрова, при котором плодородный слой почвы полностью отсутствует. Такое возможно при открытом способе добычи полезных ископаемых, на объектах гражданского и промышленного строительства.
2. Частичное уничтожение почвенного покрова, при котором плодородный слой почвы снят на 50% и более, а также перемешан с нижележащей неплодородной породой. Данный вид нарушения образуется при подземной добыче полезных ископаемых в зонах прогибов, провалов и просадок над шахтными полями и др.
3. Погребение плодородных земель под отвалами, который характеризуется загрязнением почв отходами черной и цветной металлургии, химического производства, промышленных и бытовых свалок и др.

Учитывая разнообразие объектов, подлежащих рекультивации, применяются различные методы восстановления нарушенных земель.

В современности исследования объектов, подлежащих рекультивации, продолжаются. В связи с увеличением антропогенного воздействия на почву происходят масштабные нарушения земельных ресурсов, что приводит к увеличению многообразия нарушенных земель, подлежащих рекультивации.

²⁰ Электронный ресурс. URL:
https://rosstat.gov.ru/bgd/free/B99_10/IssWWW.exe/Stg/d000/i000280r.htm

2. Этапы рекультивации земель

§1. Подготовительный этап рекультивации

С целью сохранения баланса экосистем при формировании нового ландшафта необходимо грамотное планирование мероприятий по рекультивации нарушенных земель. Для реализации данной цели существует подготовительный этап рекультивации, который предшествует двум основным этапам. На этом этапе происходит сбор и анализ данных о нарушенном участке земли. С целью учета всех факторов различной физической природы применяется системный анализ, в который входят работы по исследованию нарушенных земель, определению направления их использования в народном хозяйстве, составлению проектной документации²³.

На подготовительном этапе рекультивации земель выполняется последовательность действий, в которую входят:

1. установление качества и ценности нарушенного плодородного слоя.
2. выбор направления рекультивации нарушенных земель на основании определения вектора дальнейшей эксплуатации. Выбор направления использования нарушенных земель тщательно обосновывается на основе анализа почв, прогнозов изменения природной среды и оценки пригодности земель для целей рекультивации²⁴.
3. разработка и выбор технологий рекультивации. При необходимости учитывается возможность работ по технической подготовке к

²³ Р.В. Проконец Рекультивация земель: краткий курс лекций для студентов 4-х курсов направления подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». Саратов, 2015. 43 с.

²⁴ Миннихметов, И.С. Рекультивация территории карьеров / И.С. Миннихметов, Б.С. Мурзабулатов, Р.Р. Шакирова // Состояние и перспективы увеличения производства высококачественной продукции сельского хозяйства Материалы V Всероссийской научно-практической конференции. – Уфа, 2015. С. 149-152.

освоению (по технической рекультивации)²⁵ конкретных участков нарушенных земель, а также применение технологий биологической рекультивации нарушенных земель.

От направления рекультивации зависит комплекс методов, которые необходимо применять. Среди факторов, которые влияют на направление рекультивации выделяют, прежде всего, экологический потенциал ландшафта, который обусловлен сочетанием многих природных факторов, таких как температура, среднее годовое количество осадков, высота снежного покрова, скорость ветра, влажность и др.²⁶ Также учитывают показатели химического и гранулометрического состава почв: pH, наличие агрономически-значимой фракций, т. е. менее 0,01 мм и более 300 мм, а также подвижных ионов Al, Na, CaCO₃, CaSO₄ · 2H₂O.

§2. Технический этап рекультивации земель

Рекультивационные работы обычно делятся на два основных этапа: технический и биологический. На техническом этапе выполняется ландшафтная подготовка, сооружаются гидротехнические и мелиоративные сооружения, происходит захоронение токсичных отходов. В результате обеспечивается мелиорация земель. Техническая рекультивация включает в себя комплекс работ по инженерной подготовке нарушенной территории, различающихся в зависимости от свойств объекта рекультивации и вида последующего использования. На этапе технической рекультивации необходимо изучить качество почв по двум направлениям. В первую очередь необходимо определить, содержит ли почва недопустимые концентрации вредных, токсичных веществ, таких как тяжелые металлы. Затем определяется качество почвы с точки зрения содержания гумуса, минералов и кислотности

²⁵ Половников А.В. Рекультивация и мелиорация нарушенных земель / А.В. Половников. - Пермь: изд-во Пермской ГСХА, 2016. - 51 с.

²⁶ Яроцук О. Н., Хабарова Е. И. Выбор направления рекультивации нарушенных земель с использованием системного анализа и метода экспертной оценки // ГИАБ. 2005. №9.

для определения корректирующих мер²⁷. Ориентируясь на опыт зарубежных стран, стоит отметить, что, например, в Чешской Республике горнодобывающие компании обязаны вернуть землю в более естественное состояние, начав процесс рекультивации с технического этапа²⁸. Оценивая затраты и выгоды от добычи полезных ископаемых, ценность рекультивированного ландшафта должна быть увеличена на 80% по сравнению с исходным уровнем до начала добычи, например, за счет увеличения типов растительности.

§3. Биологический этап рекультивации земель

После проведения технического этапа рекультивации переходят к биологическому этапу. Этап биологической рекультивации включает мероприятия, направленные на восстановление плодородия рекультивированных земель и восстановление флоры и фауны. На этом этапе работы выполняют лесные или сельскохозяйственные предприятия, которым в последствии данный земельный участок будет передан в постоянное пользование после его технической рекультивации. Растения отбираются на основе сравнения сорбционных способностей на одних и тех же фазах развития, но в разных условиях окружающей среды²⁹. В США и Западной Европе целью рекультивации нарушенных земель провозглашается именно необходимость «... восстановить первоначальный ландшафт – если возможно с прежним пахотным слоем – и возобновить растительность с тем, чтобы надежно закрепить почву». Так, критерием качества реализации рекультивации считается не полнота учета установленных формальных нормативов, а степень соответствия рекультивированного ландшафта

²⁷ Haigh, M. The aims of land reclamation, Reclaimed land: erosion control, soils and ecology. Taylor & Francis. pp. 1-20. 2000.

²⁸ Hendrychová, M. Reclamation success in post-mining landscapes in the Czech Republic: a review of pedological and biological studies. Journal of Landscape Studies. 2008. 1. 63-78.

²⁹ A.Kh. Sariev, V.M. Zelensky, N.Yu. Terentyev, N.N. Ochikolova, O.N. Slepova, A.A. Keyser A method for the rehabilitation of tailings, the invention. Patent no. 2643038, 2018. no. 4.

зональному. При таком подходе биологический этап рекультивации является наиболее важным и в случае его реализации на практике, исключается возможность техногенного формирования эоклина – природно-техногенного образования, резко контрастирующего с окружающими ненарушенными территориями. Тем самым, устраняется негативное воздействие техногенных ландшафтов на окружающую среду, обеспечивающую экологическое благополучие жизни населения в регионе.

Современные технологии рекультивации земель предполагают выполнение довольно трудоемкого процесса, состоящего из нескольких этапов. Каждая операция является необходимой для восстановления продуктивности ландшафтов³⁰ (рис.1).



Рисунок 1. Механизм экологической реабилитации деградированных и нарушенных сельскохозяйственных земель.

Реабилитация нарушенных и деградированных сельскохозяйственных земель предполагает различные технологические подходы. Нарушенные

³⁰ Byvaltseva S. Legal aspects of quarry recultivation using the municipal solid waste //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2020. – Т. 177.

земли требуют осуществления предварительных мероприятий, направленных на восстановление почвенного покрова³¹. Только после этих этапов проводится биологическая рекультивация с целью восстановления продуктивности для дальнейшего использования данного ландшафта. Реабилитация деградированных земель предполагает использование технологических приемов биологической рекультивации и мелиорации. После воспроизводства качества сельскохозяйственных земель возможно применение инструментов экологической реабилитации, направленных на дальнейшее поддержание почвенного плодородия и эффективное использование сельскохозяйственных земель.

³¹ Региональный доклад о состоянии и использовании земель Тульской области в 2009 году / Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Тульской области - Тула, 2010 г., - 95 с.

3. Современный зарубежный опыт рекультивации земель

§1. Рекультивация земель в США

В США особое внимание восстановлению нарушенных земель начали уделять в 1970-х годах. В те годы для восстановления естественного качественного и количественного состава почв начали производить селективную укладку породы с нанесением на нее плодородных почв или искусственно созданного плодородного состава. На сегодняшний день в США рекультивацией земель занимаются Лесная и Геологическая службы, Служба охраны почв, Горное бюро и ряд федеральных ведомств в штатах³².

Наиболее часто в США встречается растительная рекультивация, которая ведет к созданию территорий рекреационного назначения. Именно поэтому здесь проводится большое количество исследований ускоренного восстановления растительного покрова на нарушенных почвах. При рекультивации в США была установлена ведущая роль почвенных микроорганизмов на биологическом этапе рекультивации земель³³. На данном этапе происходит подбор оптимальных для данных почв бактериальных культур и обработка ими нарушенных земель, что ведёт к более интенсивному росту и развитию растений. С целью стимулирования развития микроорганизмов применяют органические добавки. Кроме внесения микроорганизмов, применяется аэросев и заделка семян гидронамывом. Большое значение придается подбору видов древесных и кустарниковых растений, наиболее устойчивых к развитию на малоплодородных землях и при неблагоприятных экологических условиях. Достоинством американской

³² Webber J. The Work of the Midland Reafforesting Association in the Early Twentieth Century // *Arboricultural Journal*. 2008. Vol. 31. P. 45 – 62.

³³ Н. В. Кожевников, А. В. Заушницена Отечественный и зарубежный опыт биологической рекультивации нарушенных земель // *Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле*. 2017. №1 (1).

системы восстановления земель является связь процессов рекультивации с плановыми работами по охране почв и вод на территории страны.

В настоящее время на реабилитацию земель в США направлены следующие программы: Программа экологического стимулирования (Environmental Quality Incentives Program), Обслуживание сохранения природных ресурсов (Natural Resources Conservation Service), целью которых являются:

1. Снижение загрязнения почв из сельскохозяйственных источников, таких как отходы животноводческих предприятий.
2. Улучшение качества почв для смягчения последствий антропогенного воздействия за счет дополнительного финансирования фермерских хозяйств в рамках программ³⁵.
3. Помощь американским фермерам в сохранении почв. Все программы являются добровольными и предлагают научно обоснованные решения, которые приносят пользу как землевладельцу, так и окружающей среде³⁷.

§2. Рекультивация земель в Великобритании

Великобритания является мировым лидером в области восстановления промышленных земель и управления ими, применяя широкий спектр технологий и систем. Опыт Великобритании в области рекультивации был продиктован необходимостью. Как первая промышленно развитая страна в мире, Великобритания имеет более 400 000 гектаров загрязненных земель, большая часть которых является наследием промышленной революции³⁹. Великобритания демонстрирует весьма успешный опыт возвращения земель в

³⁵ Электронный ресурс. URL: <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/national/programs/financial/eqip/>

³⁷ Электронный ресурс. URL: <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/site/national/home/>

³⁹ Электронный ресурс. URL: <https://www.gov.uk/government/publications/land-remediation-bringing-brownfield-sites-back-to-use/land-remediation-bringing-brownfield-sites-back-to-use>

ценное и пригодное для повторного использования состояние наиболее устойчивым и экономичным способом. Многие проекты по рекультивации основаны на четырехэтапной структуре⁴⁰:

Этап 1: предварительное лабораторное исследование объекта, которое включает в себя обзор истории территории и его географического / геологического положения.

Этап 2: осмотр нарушенной территории, т.е. отбор почвенных проб и лабораторные исследования с целью выявления всех источников загрязнения.

Этап 3: реализация рекультивационных работ после выбора наилучшей технологии с учетом баланса затрат и преимуществ очистки.

Этап 4: проверка и валидация. Мониторинг для оценки того, были ли достигнуты все цели⁴¹.

Великобритания является мировым лидером в области мониторинга и реализации проектов реабилитации земель. Процесс мониторинга имеет решающее значение для успешного результата проектов восстановления земель. Эффективные процедуры мониторинга и проверки помогают оценить процесс очистки и позволяют при необходимости изменить направление и методы. Быстрое внедрение корректирующих мер может значительно снизить долгосрочные расходы, помогая при этом достигнуть эффективных результатов⁴⁴. Великобритания также разработала всемирно известные протоколы валидации процессов рекультивации. Для рекультивации земель процесс проверки имеет решающее значение для обеспечения юридического подтверждения того, что цели проекта были достигнуты. Такие британские организации, как CL:AIRE, лидировали в проверке новых технологий

⁴⁰ Catney, Philip & Henneberry, John & Meadowcroft, James & Eiser, J.. (2006). Dealing with Contaminated Land in the UK through 'Development Managerialism'. *Journal of Environmental Policy & Planning*. 8. 331-356. 10.1080/15239080601133831.

⁴¹ McMahon D. J. Habitat Creation in the Restoration and Aftercare of Mineral Workings and Landfill Sites – the Influence of Local Authorities Through the Planning Process. Dissertation, University of Manchester, UK, 1994.

⁴⁴ Lambin, Eric & Meyfroidt, Patrick. (2011). Global Land Use Change, Economic Globalization, and the Looming Land Scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 108. 3465-72. 10.1073/pnas.1100480108.

рекультивации земель для коммерческого развития. Сектор рекультивации земель Великобритании поддерживается сетью государственных и частных организаций: Ассоциация британских страховщиков (Association of British Insurers), Ассоциация геотехников и геоэкологов (Association of Geotechnical and Geo-environmental Specialists (AGS)), Британская геологическая служба (British Geological Survey).

Опыт Великобритании показывает, что такое сотрудничество способствует обмену идеями и, в конечном итоге, обеспечивает лучшие результаты.

§3. Рекультивация земель в Германии

Германия является ведущим производителем бурого угля в мире, по этой причине большая часть земель этой страны претерпевает интенсивное антропогенное воздействие. В Германии первостепенное значение придается восстановлению земель для последующего сельскохозяйственного использования⁴⁶. Для воссоздания ландшафта в рекультивационный горизонт вносят смесь удобрений и семян многолетних трав с последующей высадкой древесных форм растений⁴⁷. Работы по рекультивации находятся под контролем государственных организаций. Сначала на основе планов по рекультивации предприятия заключают долгосрочные договоры с государственными землепользователями, в которых оговариваются все виды рекультивационных работ, сроки исполнения и требования к качеству подготовки территории. После согласования предприятия начинают рекультивационные работы: выравнивание территорий, нанесение плодородных слоев почв, химическую мелиорацию и другие операции⁴⁸.

⁴⁶ *Kretschmann, J.* Sustainable Change of Coal-Mining Regions. Min. Metall. Explor. 2020, 37, 167–178.

⁴⁷ *Carlowitz, H.C.V.* Sylvicultura Oeconomica. Anweisung zur Wilden BAUM-Zucht. (Economic Forestry. Instruction to Wild Tree Breeding); Irmer, K., Kießling, A., Eds.; TU Bergakademie Freiberg and Akademische Buchhandlung: Freiberg, Germany, 2000; p. 195.

⁴⁸ *Gaidin, A.M.* Revitalization of landscapes disturbed by mining. Min. J. 2011, 8, 101–103.

В зависимости от типа почв, используемого для рекультивации, в Германии применяется ряд методов. Семь различных классов субстратов, которые используются для определения применяемой обработки растительного покрова, определены в рекомендациях по рекультивации, которые используются компаниями в качестве основы для рекультивации⁴⁹. После основного этапа по улучшению свойств нарушенных почв разрабатывается подходящий севооборот: выбираются культуры с невысокими требованиями к структуре субстрата (например, горох; люпин и др.) и круговороту питательных веществ (например, азотфиксирующие растения, такие как *Medicago sativa* L, люцерна или *Trifolium*, клевер). Отдается предпочтение растениям, производящим биомассу с как можно меньшим соотношением углерод:азот (C:N), так как это более благоприятно для разложения органического вещества микроорганизмами. Разложившиеся компоненты органического вещества способствуют агрегации и совокупной стабильности, а также развитию стабильной и функционирующей структуры почвы⁵⁰. Все высаживаемые культуры обычно повышают содержание органических веществ в почве или субстрате и улучшают структуру почвы, тем самым улучшая водный баланс и механические свойства почвы.

§4. Рекультивация земель в других странах Европы и СНГ

Во Франции, Дании, Бельгии, Италии и других европейских странах наибольшее внимание уделяется рекультивации терриконов угольных шахт и карьеров строительных участков.

Чехия и Словакия являются странами с наиболее эффективной организацией планов рекультивации. Работы по рекультивации там начали

⁴⁹ Gräbe, C. 2010. Views from the outside – the colloquia in Post-Mining Landscape Internationale Bauausstellung Fürst Pückler Land, Jovis, Berlin, ed. Germany. 237.

⁵⁰ Günschera, G. 1998. Landwirtschaftliche Rekultivierung. Pages 589–599 in W. Pflug, ed. Braunkohlentagebau und Rekultivierung. Landschaftsökologie – Folgenutzung – Naturschutz. Springer-Verlag, Berlin, Germany [in German].

проводить в послевоенный период (с 1957 года). На биологическом этапе рекультивации в этих странах высаживают ольху, акацию белую и облепиху. По достижении высокого уровня плодородия почв высаживаются хозяйственно-ценные древесные породы, такие как тополь, дуб, ясень, лиственница и сосна⁵⁶.

Работы на землях Болгарии также внесли вклад в развитие рекультивации земель. С. Личев, И. Горбучев, Е. Желева и П. Трейкяшки осуществляли там опыты по созданию на нарушенных территориях лесных насаждений, методом глубоких (40...50 см) посадок⁵⁷.

В Украине первые работы по рекультивации были осуществлены по облесению терриконов Донбасса в 1949 г. Логинов Л.Ф. и Рыжук Н.В. отмечают в своих трудах, что на начальных этапах рекультивации следует выращивать нетребовательные, почвоулучшающие деревья и кустарники: акацию белую, лох узколистный, ольхи и облепиху⁵⁸. На землях Украины была отмечена особая роль облепихи в процессах рекультивации. Под посадками облепихи в почвогрунте идет более интенсивное образование и накопление гумуса, что повышает плодородие почв. В результате, на отвалах было отмечено увеличение высоты деревьев за 10 лет по сравнению с контролем: у березы – на 98 см (24 %), свидины – 123 см (92 %), лещины – 59 см (90 %)⁵⁹.

В Эстонии рекультивацией земель с 1960 года занимается ЭстНИИЛХОП. Каар Э.В., Ваус К.А., Луйк Х.В. в своих работах отмечают, что несмотря на специфические условия разровненных грунтов, высокую

⁵⁶ Wirth, P.; Cernic Mali, B.; Fischer, W. Post-Mining Regions in Central Europe—Problems, Potentials, Possibilities; Oekom, München Oekom Verlag, Gesellschaft für Ökologische Kommunikation mbH Waltherstraße: München, Germany, 2012; p. 274.

⁵⁷ Balashenko, V.V.; Ignatyeva, M.N.; Loginov, V.G. Natural resources potential of northern regions: Consistent features of comprehensive assessment. Econ. Reg. 2015, 4, 84–94.

⁵⁸ Зарубин С.И. Логинов Л.Ф., Рыжук Н.В. и др. Способ рекультивации земель. Патент РФ No 95113954. A01B79/02 1995.08.03. Публ. 1997.10.10.

⁵⁹ Zhang, Z.; Wang, J.; Feng, Y. Linking the reclaimed soils and rehabilitated vegetation in an opencast coal mining area: A complex network approach. Environ. Sci. Pollut. Res. 2019, 26, 19365–19378.

каменистость на данных территориях, высокая влажность позволяет обеспечивать хорошую приживаемость и рост древесных культур⁶⁰.

Рекультивация земель является важным вопросом в Европе и США. Быстрые темпы индустриализации и неэффективное управление землями оставили в наследство большое число загрязненных участков. В результате, на протяжении прошедших лет в этих странах разрабатывались методы эффективной рекультивации земель, которые привели к воссозданию части нарушенных ландшафтов. Исследования в этой области продолжаются и сейчас.

⁶⁰ *Каар Э.В.* Облесение отработанных и выровненных сланцевых карьеров в Эстонской ССР. В кн.: Наука - производству. Каунас, 1973, вып. I, с. 33-34.

Заключение

На основании исследования методов рекультивации путём сопоставления мнения учёных и выдвижения собственных концепций было:

1. Отображено историческое развитие реализации методов рекультивации земель и обозначено современное понимание рекультивации в зарубежных странах и Российской Федерации.
2. Подчёркнута высокая роль отечественной науки в становлении методов рекультивации земель.
3. Произведена систематизация применяемых в зарубежных странах и Российской Федерации методов реабилитации деградированных и нарушенных сельскохозяйственных земель и их характеристика.
4. Проведен комплексный анализ современных методов, позволяющих решить проблему рекультивации почв.

Развитие методов рекультивации земель взаимосвязано с устойчивым развитием сельского хозяйства. Понимание процессов рекультивации земель – это один из ключевых моментов современной агрономии, от которого зависит не только современное состояние и плодородие почв, но и будущее качество земель для последующих поколений. Методы рекультивации постоянно совершенствуются, поэтому в данном вопросе важна ориентация на общемировой опыт. Нельзя говорить о том, что рекультивация земель стоит на месте – по мере появления новых антропогенных воздействий на почву появляются новые градации и классификации их видов, что заставляет формировать новые методы рекультивации земель.

Список литературы

1. Balashenko, V.V.; Ignatyeva, M.N.; Loginov, V.G. Natural resources potential of northern regions: Consistent features of comprehensive assessment. *Econ. Reg.* 2015, 4, 84–94.
2. Bell RW Restoration of degraded landscapes: principles and lessons from case studies with salt-affected land and mine revegetation. *CMU.* 2002. J 1(1):1–21
3. Byvaltseva S. Legal aspects of quarry recultivation using the municipal solid waste // *E3S Web of Conferences.* – EDP Sciences, 2020. – T. 177.
4. Carlowitz, H.C.V. *Sylvicultura Oeconomica. Anweisung zur Wilden BAUM-Zucht.* (Economic Forestry. Instruction to Wild Tree Breeding); Irmer, K., Kießling, A., Eds.; TU Bergakademie Freiberg and Akademische Buchhandlung: Freiberg, Germany, 2000; p. 195.
5. FAO. The ethics of sustainable agricultural intensification // *FAO Ethics Series.* Rome. 2004. № 3. c. 3-5.
6. Freytag, K.; Kendziora, P. Remediation mining in brandenburg, Germany-Status of rehabilitation Sanierungsbergbau im land brandenburg-Stand der wiedernutzbarmachung]. *Erzmetall J. Explor.* 2002, 55,
7. Gaidin, A.M. Revitalization of landscapes disturbed by mining. *Min. J.* 2011, 8, 101–103.
8. Gaidin, A.M. Revitalization of post-technological landscapes. *Geocol. Eng. Geol. Hydrogeol. Geocryol.* 2011, 6, 494–498.
9. Groninger J., Skousen J., Angel P., Barton C., Burger J., Zipper C. Mine Reclamation Practices to Enhance Forest Development through Natural Succession // *Forest Reclamation Advisory.* 2007. No 5.
10. Hatting R, Tanner P, Aken M Land rehabilitation guidelines for surface coal mines. Land rehabilitation Society of Southern Africa, CoalTech, Minerals Council of South Africa. 2019.

- 11.ICMM–International Council on Mining & Metals Integrated Mine Closure Good Practice Guide, 2nd ed.; ICMM: London, UK, 2019.
- 12.Kalita, E.; Baruah, J. Environmental remediation. In Colloidal Metal Oxide Nanoparticles. Synthesis, Characterization and Applications, Metal Oxides; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2020; pp. 525–576.
- 13.Kretschmann, J. Sustainable Change of Coal-Mining Regions. *Min. Metall. Explor.* 2020, 37, 167–178.
- 14.Lin, H.; Zhu, Y.; Ahmad, N.; Han, Q. A scientometric analysis and visualization of global research on brownfields. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2019, 26, 17666–17684.
- 15.McMahon D. J. Habitat Creation in the Restoration and Aftercare of Mineral Workings and Landfill Sites – the Influence of Local Authorities Through the Planning Process. Dissertation, University of Manchester, UK, 1994.
- 16.Pengra, B.W.; Stehman, S.V.; Horton, J.A.; Dockter, D.J.; Schroeder, T.A.; Yang, Z.; Cohen, W.B.; Healey, S.P.; Loveland, T.R. Quality control and assessment of interpreter consistency of annual land cover reference data in an operational national monitoring program. *Remote Sens. Environ.* 2020. 238. 111261.
- 17.Remediation & Environmental Cleanup Services in the US 2013, IBISWorld Industry Report 56291.
- 18.Terrence, T.J. Reclamation of disturbed lands. In *Encyclopedia of Environmental Analysis and Remediation*; Meyers, R.A., Ed.; Wiley: New York, NY, USA, 1998; pp. 4078–4101.
- 19.Troeh, F.; Hobbs, J.; Donahue, R. *Soil and Water Conservation*, 2nd ed.; Prentice-Hall, Engelwood Cliffs: Upper Saddle River, NJ, USA, 1991; c. 235.

20. Webber J. The Work of the Midland Reafforesting Association in the Early Twentieth Century // *Arboricultural Journal*. 2008. Vol. 31. P. 45 – 62.
21. Wegner-Kozlova, E.O.; Guman, O.M. Actual issues of legislation on the recultivation of disturbed lands. *News USMU* 2015, 4, 61–66.
22. Willscher, S.; Starke, S.; Felix, M. Environmental Impact after 30 to 60 Years of Remediation: Microbial Investigation of Hard Coal Mining Dumps in Germany. *Adv. Mater. Res.* 2009, 71–73, 701–704.
23. Wirth, P.; Cernic Mali, B.; Fischer, W. Post-Mining Regions in Central Europe—Problems, Potentials, Possibilities; Oekom, München Oekom Verlag, Gesellschaft für Ökologische Kommunikation mbH Waltherstraße: München, Germany, 2012; p. 274.
24. Zhang, Z.; Wang, J.; Feng, Y. Linking the reclaimed soils and rehabilitated vegetation in an opencast coal mining area: A complex network approach. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2019, 26, 19365–19378.
25. ГОСТ Р 57446-2017 Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия (с Поправкой).
26. Лазарева, И.В. Восстановление (рекультивация) нарушенных территорий. / И.В. Лазарева // Опыт районной планировки и градостроительства зарубежом. М.: Госстройиздат, - 1962. – с. 317.
27. Миннихметов, И.С. Рекультивация территории карьеров / И.С. Миннихметов, Б.С. Мурзабулатов, Р.Р. Шакирова // Состояние и перспективы увеличения производства высококачественной продукции сельского хозяйства Материалы V Всероссийской научно-практической конференции. – Уфа, 2015. С. 149-152.
28. Н. В. Кожевников, А. В. Заушинцева Отечественный и зарубежный опыт биологической рекультивации нарушенных земель // Вестник Кемеровского государственного университета.

Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле. 2017.
№1 (1).

29. Носников, В В Лесные мелиорации и рекультивация нарушенных земель : тексты лекций для студентов специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» специализации 1-75 01 01 06.
30. Половников А.В. Рекультивация и мелиорация нарушенных земель / А.В. Половников. - Пермь: изд-во Пермской ГСХА, 2016. - 51 с.
31. Постановление Правительства РФ от 10.07.2018 N 800 (ред. от 07.03.2019) "О проведении рекультивации и консервации земель" (вместе с "Правилами проведения рекультивации и консервации земель") // Собрание законодательства РФ. 30.07.2018. № 31.
32. Р.В. Прокопец Рекультивация земель: краткий курс лекций для студентов 4-х курсов направления подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». Саратов, 2015. 43 с.
33. Региональный доклад о состоянии и использовании земель Тульской области в 2009 году / Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Тульской области - Тула, 2010 г., - 95 с.
34. Ярощук О. Н., Хабарова Е. И. Выбор направления рекультивации нарушенных земель с использованием системного анализа и метода экспертной оценки // ГИАБ. 2005. №9.