

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2020, №6, Том 12 / 2020, No 6, Vol 12 <https://esj.today/issue-6-2020.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/03NZVN620.pdf>

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Суксова С.А., Тимофеева Ю.В., Долкан А.А., Попов Е.В. Маркшейдерское обеспечение при рекультивации земель на открытых горных работах // Вестник Евразийской науки, 2020 №6, <https://esj.today/PDF/03NZVN620.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**For citation:**

Suksova S.A., Timofeeva Yu.V., Dolkan A.A., Popov E.V. (2020). Mine surveying support for land reclamation in open pit mining. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 6(12). Available at: <https://esj.today/PDF/03NZVN620.pdf> (in Russian)

УДК 55

**Суксова Софья Алексеевна**

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия  
Студент  
E-mail: [suksovas@gmail.com](mailto:suksovas@gmail.com)

**Тимофеева Юлия Владимировна**

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия  
Студент  
E-mail: [23julechka02@mail.ru](mailto:23julechka02@mail.ru)

**Долкан Александр Алексеевич**

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия  
Студент  
E-mail: [dolkan2018@mail.ru](mailto:dolkan2018@mail.ru)

**Попов Евгений Владимирович**

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия  
Преподаватель  
E-mail: [topovlc@yandex.ru](mailto:topovlc@yandex.ru)

## **Маркшейдерское обеспечение при рекультивации земель на открытых горных работах**

**Аннотация.** В данной работе были рассмотрены вопросы важности рекультивации поверхностного рельефа при ведении открытых горных работ. В статье были рассмотрены задачи маркшейдерской службы во время сопровождения ведения процесса рекультивации на открытых горных работах. Рекультивация разрушенных территорий является комплексом мероприятий, нацеленным на реабилитацию производительности нарушенных земель в процессе пользования природных ресурсов, в том числе на повышение благоприятности условий окружающей среды. Рассмотрена история появления законодательной составляющей рекультивации, отработанных горными предприятиями, земель. В результате работы, автором была определена категоричность в зависимости от конкретных горно-геологических и почвенно-географических параметров работ и характера возможности восстановления разрушенной территории, существует три категории. К первой категории относятся карьеры относительно малой глубины. Ко второй категории отнесены открытые разработки средней глубины и крупные глубокие карьеры, находящиеся на территориях производственных земель, отработку которых производят с наружными породными отвалами, размещёнными на определённо отведенных участках поверхности, а также с хвостохранилищами

горно-обогатительных комбинатов. В третью категорию входят открытые горные работы, находящиеся на бесплодных территориях горных районов, в полупустынях и пустынях и в районах Крайнего Севера. Рассмотрены аспекты соблюдения плановой документации маркшейдерской службой при ведении открытых горных работ относительно восстановительного процесса. Далее говорится об использовании конкретного маркшейдерского оборудования, и способах ведения контроля за проектированием вертикальных и горизонтальных отвальных поверхностей. Актуальность проведения процесса рекультивации земель, претерпевших разрушение в ходе ведения горных работ, остаётся весьма весомой на территории Российской Федерации, поскольку страна занимает ведущие позиции в экспорте и различных отраслях добычи всевозможных ресурсов недр.

**Ключевые слова:** рекультивация земель; орошение; маркшейдерское обеспечение; открытые горные работы; маркшейдерские приборы; Северные районы

### Введение

Преимущества разработки месторождений полезных ископаемых открытым способом бесспорны, поэтому его обширное применение в наши дни является первостепенным путём продвижения всей горной промышленности РФ [1; 2]. Тем не менее в список недочётов открытых работ можно приобщить абсолютное разрушение поверхностного рельефа крупных по простиранию территорий. В настоящее время добыче каменного угля открытым способом в РФ каждый год разрушается около двадцати пяти тысяч гектаров земель. Совокупная территория, разрушенная горной промышленностью, насчитывает почти два миллиона гектаров. В РФ территории, не требующие для своего использования крупных материальных вложений, уже оработаны [3]. По этой причине вопрос регенерации площадей, разрушенных горным производством, с идеей передачи их агро-пользователям принимает в настоящее время максимальную значимость. Регенерация площадей, разрушенных горным производством, даёт возможность восстановить аграрный фонд, повысить уровень быта и качество работы населения областях, охваченных горной промышленностью [4].

В РФ целесообразная эксплуатация ресурсов недр есть значительная отрасль общей хозяйственной промышленности государства. В процессе становления экономической составляющей страны данным вопросам оказывается значительное внимание, что явно отразилось в действующем законодательстве [5]. Обращаясь к истории, ещё в конце 1968 г. пятая сессия Верховного Совета СССР утвердила «Основы земельного законодательства Союза ССР и союзных республик». В данном законе обозначено, что заводы и организации, которые используют ресурсы недр на данных им в пользование на определённый срок аграрных участках или покрытых лесами территорий, обязаны, используя ресурсы предприятия, и в установленные даты реанимировать разрушенные территории в состояние, подходящее для эксплуатации в сельском, лесном или рыбном хозяйстве, а при ведении различных работ в иных территориях – в состояние, подходящее для их эксплуатации по назначению. На основании вышеупомянутого закона 2 июня 1976 г. Совет Министров СССР утвердил постановление «О рекультивации земель, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы при разработке месторождений полезных ископаемых и торфа, проведении геологоразведочных, строительных и других работ», которое конкретно обозначило цели предприятий, организаций и объединений, относящихся как к исполнению, так и к финансовому обеспечению мер по восстановлению земель, разрушенных в разное время [6].

Современный технический и научный прогресс безусловно сопровождается различными побочными для окружающей среды явлениями, влекущими за собой разрушения общего состояния биосферы, значительное уменьшение её продуктивности, нарушение

биогеохимического равновесия, формировавшегося на протяжении всего существования Земли.

Мероприятия по восстановлению от побочных влияний ведения промышленных процессов, а также разумного их проведения представляют собой весьма значимую общегосударственную проблему, в итоге разрешения которой, разрушенные ведением промышленности территории должны быть восстановлены и сданы в управление природопользователям. Совокупность вышеупомянутых мероприятий можно назвать таким термином, как рекультивация. К ней относятся работы по восстановлению, по воспроизведению территории для роста различных культур на местах образования отвалов с преобразованием разрушенных территорий в категорию лесных, либо сельскохозяйственных угодий [7].

Восстановление разрушенных территорий возможно только на ландшафтной основе. Это можно охарактеризовать следующими факторами [8]:

- Во время пагубной для плодородного почвенного слоя производственной деятельности человека, под разрушительный процесс попадает не только почвенной покров, но также и все составляющие компоненты ландшафтов. Отсюда можно сделать вывод, что в восстановлении нуждаются затронутые экосистемы в целом.
- Процесс образования почвы в разрушенных территориях имеет зональный характер, по этой причине используемые методы для ускорения зарастания подчиняются не только характеру полученных нарушений, но также и от топографических, климатических, гидрогеологических и иных условий антропогенных ландшафтов.
- Разрушение территорий и их отрицательное воздействие на соседние участки ведёт к нарушению сложившегося баланса природных экосистем. Восстановление баланса имеет место быть только при учете разностороннего влияния техногенеза на ландшафт и полученной реакции на это относительно затронутых экосистем, что означает индивидуальность каждого конкретного вопроса рекультивации территории.
- При конкретных видах разрушения территории правильным является не восстановление первоначального вида затронутого ландшафта, а возведение иных, чем до разрушения, экологически сбалансировано устроенных ландшафтных участков.

### Категорийность восстанавливаемой территории

В процессе оценивания объёма, подлежащего восстановлению, разрушенной территории ведением открытых работ относительным объёмным показателем можно принять размер рекультивированной территории:

$$S = Sv \setminus Sr,$$

где  $Sv$  и  $Sr$  – являются площадью восстановленной и разрушенной территории.

Альтернативным показателем можно принять эффективность степени восстановления

$$P = Pv \setminus Pr,$$

где  $Pv$  – производительность рекультивированной территории;  $Pr$  – производительность разрушенной территории [9].

В зависимости от конкретных горно-геологических и почвенно-географических параметров работ и характера возможности восстановления разрушенной территории, все открытые работы можно разграничить на три ключевые категории.

*1 категория.* Карьеры, относительно малой глубины, в которых идёт разработка горизонтальных и пологих пластов, а также пластообразных залежей полезных ископаемых (бурые угли, фосфориты, осадочные руды) с размещением пустых пород вскрыши на отработанной площади. Площади внутренних породных отвалов подобных карьеров после планировки и покрытия слоями почвы, мощностью от 1 м до 1,5 м, заранее подготовленными, путём снятия их с площади карьера, могут быть возвращены в обращение сельскохозяйственных или лесных угодий полностью с качественным процентом восстановления не менее 80 %.

*2 категория.* Открытые разработки средней глубины и крупные глубокие карьеры, находящиеся на территориях производственных земель, отработку которых производят с наружными породными отвалами, размещёнными на определённо отведенных участках поверхности, а также с хвостохранилищами горно-обогажительных комбинатов. Карьеры большой глубины, имеющие относительно высокий статический уровень спокойных грунтовых вод или подводом русел рек после работ по уменьшению углов откосов верхней части бортов карьера, образуют водохранилища. Сухие карьеры, относительно малой глубины, могут быть реализованы под различные хозяйственные застройки, например хранилища или автохозяйства или под посадку леса. Поверхность наружных породных отвалов и хвостохранилищ после планировки, работ по уменьшению угла откосов и застилением почвенным слоем мощностью не менее 1,2–1,5 м, заранее снятым с участков, использованных в карьере и породными отвалами, первоначально должна быть защищена от эрозии травяным покровом. В будущем времени, территории, прошедшие восстановление, могут эксплуатироваться под посеvy поливных аграрных культур или лесные посеvy.

*3 категория.* Открытые горные работы, находящиеся на бесплодных территориях горных районов, в полупустынях и пустынях и в районах Крайнего Севера [10].

На открытых работах, относящихся к вышеупомянутым категориям, выполнение восстановительных работ добровольно [11].

Восстановление аграрных территорий и лесных угодий, почвенный пласт которых разрушен при ведении открытых работ на месторождениях полезных ископаемых, выполняется на основе конкретных проектов, подготовленных проектными организациями ведомств, реализующих указанные работы. Работы, связанные с восстановлением разрушенных земель, производят чаще всего в летнее время.

Рекультивационные работы начинают в одно время со строительством карьера, ведут во время всего срока эксплуатации и завершают при ликвидации предприятия. Маркшейдерские обеспечение, связанное с восстановлением земель на открытых горных работах, проводят как для определения плана восстановительных работ, так и для выноски деталей проекта в натуру, выполнения контроля за их исполнением и подсчёта объёмов реализованных работ [12]. Перед стартом строительства карьера маркшейдерская служба производит полную топографическую съёмку территории в масштабе 1:500 или 1:1000 на площадях, определённых под карьер, хвостохранилища и наружные породные отвалы. При всём этом в роли съёмочного обоснования могут использоваться проложенные заранее на этой территории теодолитные ходы или закрепленные сетки квадратов. По информации, предоставленной на топоплане, маркшейдерская служба определяет границы отвода территорий для уборки почвенного и подпочвенного слоев в частях карьера, а также породных отвалов согласно с разработанным планом ведения разработки карьера и породных отвалов. На топопланах отображают места

взятия проб почвы с добавлением номера пробы, толщины слоя почвы, подлежащего выемке. Через определённое время, после старта работ по уборке поверхностного почвенного слоя, маркшейдерская служба по показаниям периодических съёмок обозначает на топоплане контуры участков, на которых выполнена уборка почвенного и подпочвенного слоев с дополнительным обозначением их толщины в характерных местах контурных линий. Опираясь на этот топоплан, выполняется конкретное обозначение объемов выполненных работ по уборке поверхностного почвенного слоя на определённых зонах за конкретный период. Объём снятого почвенного слоя можно определять с помощью спутниковых GNSS приёмников или тахеометрическим методом с заранее составленным планом вертикальных изомощностей убранных слоев почвы [13].

Биологическая составляющая процесса восстановления (биологическая рекультивация) – является этапом рекультивационных работ, включающем совокупность приёмов возделывания растительности и культивационных действий по возрождению плодородия разрушенных территорий [14].

Для восстановления разрушенных территорий применяются разнообразные способы биологического восстановления, но в среде крайнего Севера, к процессу культивации стоит обращаться с научной стороны, по причине того, что температурные условия и условия окружающей среды гораздо более суровые, нежели в остальных регионах Российской Федерации, зимний период имеет длительность в районе восьми месяцев, как летний период в свою очередь продолжается всего два месяца. Для того, чтобы биологический этап ведения рекультивационных работ на разрушенных территориях был максимально эффективен, создают специальные методы, при этом беря во внимание усложненные природные параметры выбранной местности. Существуют несколько весьма эффективных способов биологического этапа рекультивации. Рассмотрим такой способ, как применение гидропосева. Гидропосев можно назвать весьма бюджетным и новым способом создания густого травяного покрытия. Составляющими гидропосева являются смешанные семена различных трав, мульча, синтетические волокна, почвенные удобрения, коллоидный гель. Коллоидный гель примеряется для влагонакопления и передачи её почвенному слою. Мульча имеет определённый окрас и нужна для видимости равномерного распределения по поверхности. Смесь этих продуктов покрывают территорию, на которой ведётся восстановительный процесс. Гидропосев также можно применить в уникальных по сложности ведения восстановительного процесса местах, таких как различные выемки, отвалы, рвы, а также места, где посев другими способами весьма затруднён [15].

Так же существует способ с применением старики, при котором используется различная ветошь, прошлогодняя трава, песок, и всё это сопровождается сеянием смеси семян выбранных трав. В таблице 1 отображены показатели биопродуктивности нескольких составов для рекультивационного процесса [16]:

**Таблица 1**

**Показатели биопродуктивности нескольких составов для рекультивационного процесса**

| №        | Глина, %  | Торфосмесь, % | Всхожесть травяной смеси, % | Цвет ростков (на 60 день) | Время жизни, дн. |
|----------|-----------|---------------|-----------------------------|---------------------------|------------------|
| 1        | 0         | 100           | 90                          | зеленый                   | 160              |
| 2        | 20        | 80            | 95                          | темно-зеленый             | 170              |
| <b>3</b> | <b>40</b> | <b>60</b>     | <b>95</b>                   | <b>темно-зеленый</b>      | <b>170</b>       |
| <b>4</b> | <b>60</b> | <b>40</b>     | <b>90</b>                   | <b>зеленый</b>            | <b>170</b>       |
| 5        | 80        | 20            | 80                          | зелено-желтый             | 80               |
| 6        | 100       | 0             | 30                          | -                         | 50               |

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что на территориях крайнего Севера проведение биологической рекультивации разрушенных территорий крайне необходима, по

причине того, что скорость появления собственного растительного слоя крайне низка, а чтобы как-то ускорить зарастание разрушенных территорий, необходимо использование специальных методов и способов биологической рекультивации. Ведя разработку новых эффективных способов биологической рекультивации, есть возможность значительно повысить качество рекультивируемых территорий и значительно ускорить восстановление окружающей среды [17].

Во время восстановления разрушенных территорий на отвальных участках ключевой момент играет планирование поверхности отвала. Для установления времени окончания планирования и подготовительных работ на отвальной поверхности для их восстановления нужно учитывать просадку отвалов во время их укладки и планирования. По этой причине маркшейдерская служба ведёт постоянные наблюдения за просадками отвальной поверхности. Во время создания поверхностей породных отвалов с целью их восстановления задачи маркшейдерской службы заключаются в большей степени в соблюдении размеров, заданных проектом, и направлений уклонов в определённых зонах этой поверхности. В целях предупреждения неблагоприятных результатов осадений поверхности, заготовленной для восстановления отвала, вертикальное планирование этой поверхности производят многократно с временным разделением между каждым планированием от нескольких месяцев до одного года [18].

Используя информацию, полученную в процессе съёмки установленных створных линий на этапах планировки поверхности отвала, маркшейдерская служба определяет объём плановых работ, применяя вышеупомянутое оборудование (GNSS приёмники, тахеометры). При завершении всех работ по вертикальной планировке отвальной поверхности и завершению активного этапа уплотнения насыпей на отвальной поверхности выполняется выкладка на ней подготовленного почвенного слоя [19]. Наряду с этим маркшейдерская служба ведёт контроль соответствия фактической толщины слоя данного грунта к заданной по проекту. Во время эксплуатации данных земель с их ирригацией маркшейдерская служба следит за соблюдением заданных по проекту уклонов поверхностей слоя почвы. Во время эксплуатации данных земель под пашню значительно нужно учитывать уровень выровненной поверхности слоя почвы. Для использования данных земель для высадки леса, почвенная поверхность не нуждается в точном выравнивании. При завершении работ по восстановлению почвенного слоя грунта маркшейдерская служба выполняет исполнительную съёмку рекультивированной территории и полученные итоговые планы представляет по акту надлежащим сельскохозяйственным угодьям [20].

### Выводы

Нынешняя площадь разрушенных территорий достигла таких масштабов, что их восстановление стало обязательным компонентом комплекса недропользовательских процедур по разумной эксплуатации ресурсов недр и охране окружающей среды, вдобавок компонентом направлений разрастания земельных площадей для эффективного пользования. Со стороны науки, проекты восстановления разрушенных территорий созданы в первую очередь для пояса с умеренным климатом, имеющего в некоторой степени схожие характеристики по среднему годовому показателю температуры, количеству осадков и слою почвы. Северные регионы имеют значительное отличие относительно слабой эффективностью биоценозов, заторможенным биологическим кругооборотом органических веществ, относительно простой разрушаемостью при различных техногенных влияний и достаточно слабой эффективностью самовосстановления. Мероприятия по восстановлению разрушенных Северных территорий затрудняют тяжёлые природно-климатические условия поверхностного почвенного слоя с низкой температурой, частичного наличия подземного льда и недостаток плодородного слоя

для отсыпки. Определен рекультивационный потенциал нарушенных участков. Выделено три основных категории. К первой категории относятся карьеры относительно малой глубины. Ко второй категории отнесены открытые разработки средней глубины и крупные глубокие карьеры, находящиеся на территориях производственных земель, обработку которых производят с наружными породными отвалами, размещёнными на определённых участках поверхности, а также с хвостохранилищами горно-обогатительных комбинатов. В третью категорию входят Открытые горные работы, находящиеся на бесплодных территориях горных районов, в полупустынях и пустынях и в районах Крайнего Севера. К сожалению, в наше время, вопросу биологической рекультивации уделяется несправедливо мало исследований. Грамотно проведённые работы по рекультивации разрушенной территории показывают превосходные результаты в скорости произрастания растительности и приспособляемости новой растительности на разрушенных территориях.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Технологии формирования пожаробезопасных породных отвалов. Уголь / Литвинов А.Р., 2013. – 7 с.
2. История развития рекультивации нарушенных земель: мировой и российский опыт/ Назына К. С., 2013. – 8 с.
3. Испытание мерзлых грунтов на трехосное сжатие для определения реологических параметров / Агеенко В.А., Тавостин М.Н., Вакуленко И.С., 2017. – 17 с.
4. Рекультивация земель, нарушенных горными работами, в городе Междуреченске Южного Кузбасса / Назына К.С., Маслов М.В., 2012 – 8 с.
5. Проект формирования внешнего отвала участка открытых горных работ Том 5.7.2 / А.В. Перунов, С.О. Миллер – 2020. – 62 с.
6. О рекультивации земель и утилизации отвалов за счет использования специализированных мобильных подразделений / Пономарев В.С., Каплунов В.Ю., 2011 – 10 с.
7. Использование технологий культивирования при рекультивации нарушенных горными работами земель / Давыдов Д.О., 2013 – 7 с.
8. Проблемы рекультивации техногенных массивов предприятия угледобывающей отрасли / Левчук И.Р., Пашкевич М.А., 2011 – 6 с.
9. Оценка техногенного сырья в Российской Федерации (твердые полезные ископаемые) / Ежов А.И., 2016 – 14 с.
10. Analysis of Possibilities of Reclamation Waste Dumps after Coal Mining. World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium / Marschalko M., Niemiec D., Durčák J., Bulko R., Vlček J., 2015 – 17 с.
11. Комбинированные технологии разработки угольных месторождений (обзор) / Абрамкин Н.И., Ермаков Е.А., 2019 – 21 с.
12. Защита почв от деградации. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. / Кутляров А.Н., 2006. – 14 с.

13. Районирование территории карьерного комплекса с целью определения степени нарушенности земель для восстановления экологического равновесия / Ческидов В.В., Сенченко Д.С., 2011 – 5 с.
14. Основные факторы неблагоприятного воздействия на окружающую среду деятельности калийного производства и способы ее защиты / Высоцкая Н.А., Пискун Е.В., 2019 – 9 с.
15. Экологическая безопасность ведения геологоразведочных работ на нефть и газ на территории Байкитской антеклизы / Яковлева Т.П., Кириченко Ю.В., 2011 – 8 с.
16. Вопросы рекультивации земель – опыт подготовки главы для проекта мероприятий по охране окружающей среды / Пинаев В.И., Касимов Д.В., Афанасьева О.О., 2015 – 16 с.
17. The land reclamation concept as a key factor in solving the environmental problems of coal mining regions / Galanina T., Inga T., Tatyana K., 2020. – с. 3–4.
18. Comprehensive Landscape Ecology Stability Assessment of a Coal Gangue Backfill Reclamation Area. Polish Journal of Environmental Studies / Xuan L., Wenkai L., Hebing Z., 2016. – 25 с.
19. Post-reclamation Age Effects on Soil Physical Properties and Microbial Activity Under Forest and Pasture Ecosystems. Communications in soil science and plant analysis. / Adeli A., Brooks J.P., Read J.J., McGrew R., Jenkins J.N., 2019 – 34 с.
20. Sodium transport and attenuation in soilcover materials for oil sands mine reclamation. / Vessey Colton J., Lindsay Matthew B.J., Barbous S.L., 2019. – с. 42–54.

**Suksova Sofya Alekseevna**

Far Eastern federal university, Vladivostok, Russia  
E-mail: suksovas@gmail.com

**Timofeeva Yulia Vladimirovna**

Far Eastern federal university, Vladivostok, Russia  
E-mail: 23julechka02@mail.ru

**Dolkan Alexander Alekseevich**

Far Eastern federal university, Vladivostok, Russia  
E-mail: dolkan2018@mail.ru

**Popov Evgeny Vladimirovich**

Far Eastern federal university, Vladivostok, Russia  
E-mail: topovlc@yandex.ru

## Mine surveying support for land reclamation in open pit mining

**Abstract.** In this paper, the issues of the importance of reclamation of surface relief in the conduct of open pit mining were considered. The article considered the tasks of the mine surveying service while accompanying the process of reclamation in open pit mining. Reclamation of destroyed territories is a set of measures aimed at rehabilitating the productivity of disturbed lands in the process of using natural resources, including increasing the favorable environmental conditions. The history of the emergence of the legislative component of reclamation, worked-out mining enterprises, lands is considered. As a result of the work, the author determined the categorization depending on the specific mining-geological and soil-geographical parameters of the work and the nature of the possibility of restoring the destroyed territory, there are three categories. The first category includes careers of relatively shallow depth. The second category includes opencast mines of medium depth and large deep quarries located on the territories of industrial lands, the development of which is carried out with external rock dumps located in certain areas of the surface, as well as with tailings dumps of mining and processing plants. The third category includes open pit mining in barren mountainous areas, in semi-deserts and deserts, and in the Far North. The aspects of the observance of the planned documentation by the mine surveying service in the course of open pit mining in relation to the restoration process are considered. Further, it is said about the use of specific mine surveying equipment, and methods of monitoring the design of vertical and horizontal dump surfaces. The relevance of the process of reclamation of lands that have undergone destruction during mining remains very significant in the territory of the Russian Federation, since the country occupies a leading position in the export and various industries for the extraction of all kinds of subsoil resources.

**Keywords:** land reclamation; irrigation; surveying support; open pit mining; surveying instruments; Northern regions