

УДК 504.06: 911.2(571.5)

ИЗМЕНЕНИЕ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧЕ УГЛЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ СИБИРИ**Дубынина С.С.***Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, e-mail: Dubynina@irigs.irk.ru*

В работе обобщены результаты исследований биологической продуктивности нарушенных земель Азейского угольного разреза Тулунского района Иркутской области (2009–2013 гг.). Установлен ход развития сингенетических сукцессий от пионерной до переходно-восстановительной группировки природной среды. Участие и заселение отвалов травянистыми видами пионерной группировки происходит пятнами. Доминантом является – *Epilobium angustifolium*, а содоминантами – *Melilotus albus* и *Sonchus arvensis*. Дана характеристика объектов исследования (местоположение, почвенный покров, состав травостоя, высота травостоя), а также дана оценка жизнестойкости растений и проективное покрытие отвалов, показана степень участия видов в горизонтальном строении. Выявлено доленое участие зеленой массы, мортмассы исследуемых сообществ. Проанализированы и обобщены материалы по запасам фитомассы растительных сообществ отвалов угольных разрезов.

Ключевые слова: растительный покров, сукцессии, продуктивность фитомассы экосистем, объекты исследования, Иркутская область

CHANGE OF DISTURBED LANDS IN OPEN COAL MINING IN THE INDUSTRIAL DEVELOPMENT OF SIBERIA**Dubynina S.S.***Institute of geography V.B. Sochava SB RAS, Irkutsk, e-mail: Dubynina@irigs.irk.ru*

The article summarizes the results of studies of the biological productivity of disturbed lands «Azeysky coal cut» Tulunsky district of Irkutsk region (2009–2013) years. Installed the development of syngenetic succession from pioneer to transition and recovery force of the natural environment. Participation and settling of dumps grassy types of pioneer group happens spots. Dominant is – *Epilobium angustifolium*, and sodominant of *Melilotus albus* and *Sonchus arvensis*. The characteristic objects of study (location, soil cover, composition of grass, height of grass), as well as the assessment of vitality of plants and the projective cover of the dumps shows degree of involvement of types of in a horizontal structure. Identified equity of green mass, mortmass of these communities. Analyzed and summarized materials reserves of phytomass of plant communities of the coal mines dumps.

Keywords: plant cover, succession, productivity of the phytomass of the ecosystems, the objects of study in the Irkutsk oblast

В работе приводятся результаты исследования по изучению состояния растительного покрова нарушенных земель. Эти нарушения земель вызваны угледобывающим производством. Основным богатством территорий Сибири являются угли. Уголь – самый распространенный в мире энергетический ресурс. Добыча угля идет открытым способом и в то же время сопровождается огромным экологическим ущербом. Природные экосистемы – системы динамичные. Нарушенные экосистемы после снятия внешнего воздействия способны возвращаться в исходное состояние, проходя ряд последовательных стадий (сукцессий). Четко выделяются четыре стадии восстановления: пионерная, простая, переходно-восстановительная и сложно-лесная группировка. Жизненное состояние группировок определяется эдафическими факторами и почвенно-климатическими условиями района.

Цель исследования – оценка состояния растительного покрова нарушенных земель

после угледобычи. В связи с этим решался ряд задач: выявление жизнестойкости растений, определение участия видов в горизонтальном строении почвы, а также доленое участие и запасы фитомассы растительного покрова отвалов.

Материалы и методы исследования

Угольный разрез «Азейский» находится в пределах Иркутско-Черемховской равнины, территория представляет собой всхолмленную возвышенность с преобладанием высот порядка 550–600 м над уровнем моря.

Климат района характеризуется резкой континентальностью. Здесь наблюдаются отрицательные среднегодовые температуры воздуха и сильные перепады их в течение суток, неравномерное выпадение осадков по годам и сезонам года, контрастный радиационный режим зимних и летних месяцев. Таким образом, суровые природные факторы способствовали тому, что господствующим типом растительности здесь являются хвойно-лиственничные леса. Согласно карте растительности юга Восточной Сибири [1] на исследуемой территории преобладают средне-сибирские растительные формации, относящиеся к Урало-Сибирской фратрии. Поэтому при изучении растительного покрова в окружении угольного разреза

«Азейский» мы стремились, по возможности, составить представление о видовой насыщенности, дать оценку жизненности растений и продуктивности. В окружении угольного разреза «Азейский» были выбраны 3 экспериментальных участка [2]. Остановимся на первом участке «Заазейский». Изученные сообщества участка «Заазейский» представляют собой разные стадии восстановительных сукцессий. Они идут от пионерной стадии к длительно-производной луговой растительности и до восстановления коренных светлохвойных травяных лесов, т.е. через ряд их переменных состояний: сорняковую, березовую, осиновою к сосновой восстановительной серии. Почвообразующими породами являются грунтосмеси с содержанием перегноя и минеральных питательных веществ. Породы вскрыши представлены: аргиллитами, алевролитами, песчаниками и четвертичными покровными суглинками различной мощности. Породы отвалов имеют высокую водопроницаемость за счет щебнисто-каменистых фракций аргиллитов и мелкоземы глинистых пород. В результате этого создается довольно стабильный водный режим.

Изучение биологической продуктивности проводили путем учета надземной массы. В пределах каждой площадки размером 0,25 м² проводились укосы в трехкратной повторности, где учитывался запас зеленой массы и мортмассы (ветошь, подстилка и опад) [4]. Геоботанические описания проводились по стандартной методике. На исследуемых площадках учитывался видовой состав, средняя высота по ярусам и общее проективное покрытие. Для оценки степени покрытия видами и оценки жизненности (витагитета) растений, использовали шкалу проективного покрытия Браун-Бланке, выраженную в баллах: 5 – покрыто больше 3/4 площадки (75 %); 4 – покрыто от 1/2 до 3/4 площадки (50–75 %); 3 – покрыто от 1/4 до 1/2 площадки (25–50 %); 2 – покрыто от 1/20 до 1/4 (5–25 %); 1 – индивидумы многочисленны, но покрывают менее 1/20 (менее 5 %); + – разрежены или покрывают лишь небольшую часть площадки.

Для оценки жизненности: 1 – прорастание, но отсутствие развития вегетативных органов; 2 – ослабление с недостаточным вегетативным развитием и непрохождением всего жизненного цикла; 3 – хорошее вегетативное развитие, но непрохождение всего жизненного цикла; 4 – хорошее вегетативное развитие и прохождение всего жизненного цикла [6].

Результаты исследования и их обсуждение

Растительный покров является первым экраном при зарастании отвалов, он обладает высокой жизненной силой приспосабливаться к неблагоприятным условиям среды и быстро занимать свободные пространства.

Для изучения структуры растительного покрова участка «Заазейский» (годы наблюдений 2009–2013) был заложен экологический профиль, который представлен сообществами разных группировок, сменяющих друг друга, начиная с вершины отвала пионерной стадии, переходя к длительно-производной луговой растительности и заканчивая березово-сосновым лесом с вейниково-высокотравной растительностью.

Распределение растений на вершине отвала неравномерное, основу пионерной группировки составляют широко распространенные виды сорных растений, из которых формируются бурьянистые сообщества. Растения находятся на значительном расстоянии друг от друга. Сегетально-рудеральные растения способны быстро захватывать свободные территории, их можно объединить в группу эксплерентов [3]. Доминантами являются: донник желтый – *Melilotus albus*; Иван-чай узколистный – *Epilobium angustifolium*; осот полевой – *Sonchus arvensis* (табл. 1).

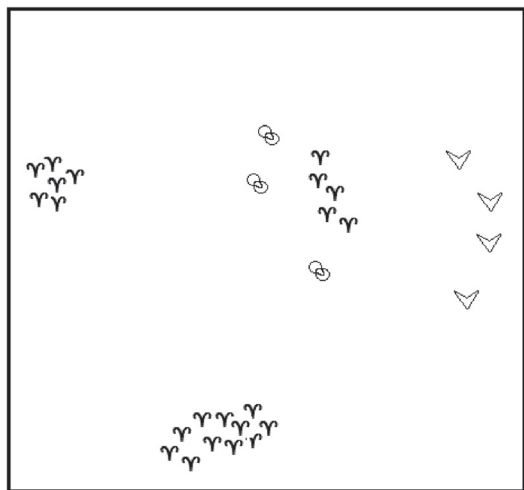
Одним из показателей жизненности видов в сообществе является численность [5]. В изучаемом сообществе численность вегетирующих особей очень динамична. Отрицательными факторами являются каменистость поверхности, низкое плодородие техногенных эловиев вскрышных пород, крутые, постоянно действующие эрозионные потоки, которые смывают семена и всходы растений. Все эти факторы отрицательно сказываются на численности биогеоценозов. По зарисовке

Таблица 1

Видовой состав, жизненное состояние и проективное покрытие пионерной группировки на вершине отвала, участок «Заазейский»

Название видов	Проективное покрытие, балл	Жизненность, балл
<i>Травянистый ярус, проективное покрытие 10–30%, средняя высота 60 см</i>		
Донник желтый – <i>Melilotus albus</i>	3	4
Пырей ползучий – <i>Elytrigia repens</i>	1	4
Горошек приятный – <i>Vicia amoena</i>	1	4
Иван-чай узколистный – <i>Epilobium angustifolium</i>	2	4
Полынь замещающая – <i>Artemisia commutata</i>	1	4
Полынь Сиверса – <i>Artemisia siversiana</i>	1	4
Льнянка обыкновенная – <i>Linaria vulgaris</i>	1	4
Осот полевой – <i>Sonchus arvensis</i>	2	4

горизонтальной проекции пионерной группировки растительный покров крайне разрежен и распределение растений по площади участка неравномерное (рис. 1). Растения находятся на значительном расстоянии друг от друга, проективное покрытие составляет 15% и на площадке (0,25 м²) выявлено всего 3 вида. На рис. 2 (склон отвала) растительный покров представлен злаково-восстановительной смешанной группировкой.



1 2 3 4

Рис. 1. Горизонтальная проекция на вершине отвала, занятая основаниями сорной растительности (эксплеренты). Пионерная группировка, площадка 0,25 м²: 1 – полынь Сиверса; 2 – Иван-чай; 3 – льянка обыкновенная; 4 – незаселенная видами почва (2009 г.)

На площадке (рис. 2) наблюдается отсутствие сомкнутости надземного полога. Общее проективное покрытие травостоем по-сравнению с предыдущим сообществом значительно выше – 45%, происходит образование (многовидных) смешанных группировок из разнотравья и злаков, с господством корнеотпрысковых видов – *Elytrigia repens* – пырея ползучего и глубокостержнекорневых растений – *Sonchus arvensis* – осота полевого, *Epilobium angustifolium* – Иван-чая. По склону отвала происходит заселение кустарниковыми видами растений: *Hipporhæ rhamnoides* – облепиха крушиновая, *Salix caprea* L. – ива козья. В почвенный покров включаются *Melilotus albus* – донник желтый, *Trifolium repens, arvense* – клевер ползучий и полевой, *Linaria vulgaris* – льянка обыкновенная. У подножья отвала отмечено появление подроста *Pinus sylvestris* – сосны лесной.

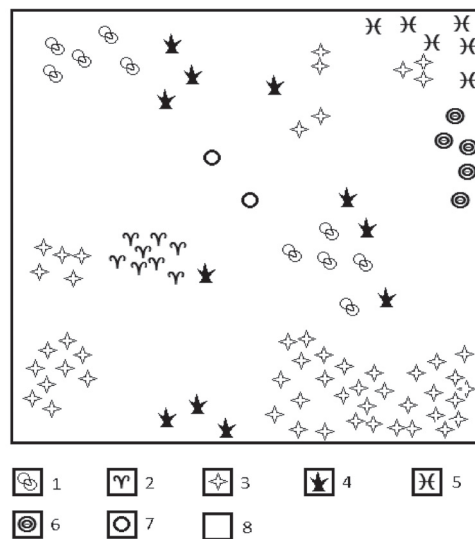


Рис. 2. Горизонтальная проекция восстановительной группировки злаково-смешанного сообщества (склон отвала, площадка 0,25 м²): 1 – льянка обыкновенная; 2 – полынь Сиверса; 3 – пырей ползучий; 4 – осот полевой; 5 – ива козья; 6 – облепиха крушиновая; 7 – донник желтый; 8 – незаселенная видами почва (2009 г.)

Разнотравно-кострецовый луг у подножия отвала имеет выровненную поверхность, где происходит смена растительных сообществ. Смешанные группировки меняются на длиннокорневищно-злаково-разнотравные с большим участием луговых видов. Общее проективное покрытие 80–90%, что примерно в два раза выше показателя проективного покрытия предыдущей простой смешанной группировки (рис. 3).

В изучаемом сообществе доминируют злаки: *Bromus inermis* – кострец безостый, *Elytrigia repens* – пырей ползучий. Велик процент растений с ползучими и стержневыми корневищами – это растения высокотравные: *Sonchus arvensis* – осот полевой, *Hieracium umbellatum* – ястребинка зонтичная, низкотравные виды представлены: *Linaria vulgaris* – льянкой обыкновенной, *Acyillea asiatica* – тысячелистником азиатским, *Taraxacum officinale* – одуванчиком лекарственным, *Plantago major, media* – подорожником большим и средним. В растительном сообществе сохраняется большой процент сорняков, которые произрастают куртинами. Обращает на себя внимание появление бобовых: *Medicago sativa* – люцерна посевной, *Melilotus* – донника и клевера – *Trifolium*. Разнотравно-кострецовый луг представляет собой практически сформированное луговое сообщество, которое близко к естественному фитоценозу.

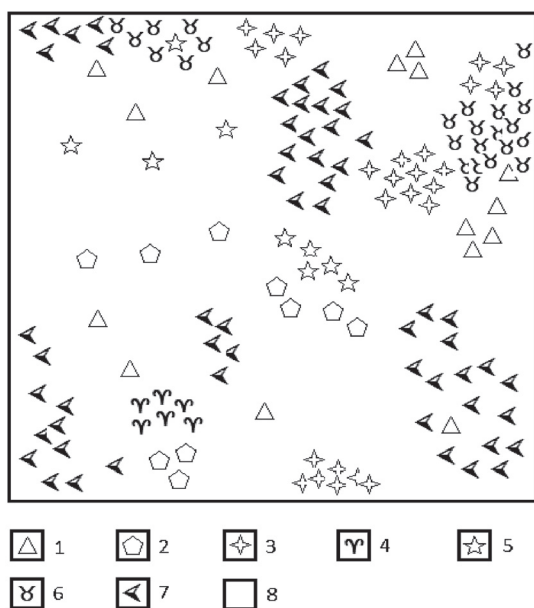


Рис. 3. Горизонтальная проекция основаниями растений разнотравно-кострецового луга (площадка 0,25 м²):

- 1 – кострец безостый; 2 – тысячелистник азиатский; 3 – пырей ползучий; 4 – полынь Сиверса; 5 – хвощ полевой; 6 – горошек мышиный; 7 – донник душистый, 8 – незаселенная растениями почва (2009 г.)

В окружении угольного разреза «Азейский» весьма широко распространены сосново-березовые и березово-осиновые разнотравные леса. Леса на отвалах имеют преимущественно неэксплуатационное, а защитное значение, возобновление можно считать удовлетворительным. Зарастание отвалов травянистой растительностью происходит интенсивно.

Рассмотрим вейниково-разнотравную группировку в березово-осиновом лесу (с участием сосны). Из древесной растительности в естественном зарастании I ярус составляют одиноко стоящие деревья сосны лесной высотой до 15 м, во II ярусе доминирует осина, ее высота не превышает 12 м, такой же высоты береза пушистая (табл. 2).

Сомкнутость крон до 90%, что свидетельствует об интенсивных процессах восстановления растительности. Под пологом леса встречаются редкими кустами шиповник иглистый – *Rosa acicularis* и черемуха обыкновенная – *Rodus avium*. В травяном покрове общее проективное покрытие составляет 80%, местами 40–50%. Здесь доминирует лесное разнотравье – василистник малый – *Thalictrum minus*, костяника – *Rubus saxatilis*, герань

Таблица 2

Видовой состав, жизненное состояние и проективное покрытие в лесных сообществах на отвалах угольного разреза участка «Заазейский» 2009 г.

Название растения	Проективное покрытие, балл	Жизненность, балл
<i>Древесный ярус, средняя высота 20 м, средний диаметр 20 см, сомкнутость 70%</i>		
Береза плосколистная – <i>Betula platyphylla</i>	4	4
Сосна обыкновенная – <i>Pinus sylvestris</i>	3	4
Осина – <i>Populus tremula</i>	2	4
<i>Кустарниковый ярус, средняя высота 1,0–1,5 м</i>		
Черемуха обыкновенная – <i>Rodus avium</i>	+	4
Шиповник иглистый – <i>Rosa acicularis</i>	1	4
<i>Травянистый ярус, проективное покрытие 70–80%, средняя высота 60 см</i>		
Василистник малый – <i>Thalictrum minus</i>	1	4
Дудник лесной – <i>Angelica sylvestris</i>	1	4
Зопник клубненосный – <i>Phlomis tuberosa</i>	1	4
Орляк обыкновенный – <i>Pteridium aquilinum</i>	2	4
Подорожник обыкновенный – <i>Plantago media</i>	2	4
Клевер люпиновый – <i>Lupinaster pentaphyllus</i>	1	4
Горошек однопарный – <i>Vicia unijuga</i>	2	4
Хвощ луговой – <i>Equisetum pratense</i>	1	4
Осока большехвостая – <i>Carex macroura</i>	2	4
Вейник наземный – <i>Calamagrostis epigeios</i>	2	4
Тимофеевка луговая – <i>Phleum phleoides</i>	1	4
Ежа сборная – <i>Dactylis glomerata</i>	1	4
<i>Живой напочвенный покров, проективное покрытие 5–20%</i>		
Мхи	2	4

сибирская – *Geranium sibiricum*, дудник лесной – *Angelica sylvestris*. Из бобовых видов: чина луговая – *Lathyrus pratensis*, горошек однопарный – *Vicia unijuga*, клевер люпиновый – *Trifolium Lupinaster*. Доминируют рыхлокустовые злаки: ежа сборная – *Dactylis glomerata*, тимофеевка луговая – *Phleum phleoides*. На изученном участке заметна сильная антропогенная деятельность – вырублены деревья, разбросаны сучья, ветки, присутствуют следы техники.

Наши исследования показали, что продуктивность растительного покрова надземной массы различна. В ходе исследований запасы общего растительного вещества всех исследуемых площадок демонстрируют высокие и низкие значения в соответствии с погодной обстановкой и внутренними ритмами развития растительных сообществ (табл. 3).

и мортмасса) в 2010 г. для разных сообществ колеблется в пределах от пионерной группировки до восстановительной стадии разнотравно-кострецового луга (463–1384 г/м²), и от восстановительной стадии разнотравно-кострецового луга до восстановительной стадии березово-соснового леса (1494–2372 г/м²). Отношение мортмассы к запасам зеленой массы в 2013 г. колеблется от 0,2 до 3 раз. По средним запасам общей надземной массы (2010–2013 гг.) исследуемые группировки выстраиваются в следующий ряд: восстановительная стадия березово-соснового леса с высоко-травной растительностью > восстановительной группировки березово-осинового леса с участием сосны > пионерной группировки на молодых почвах вершины отвала > восстановительной стадии разнотравно-кострецового луга > группировки

Таблица 3

Долевое участие и запасы растительного вещества на нарушенных землях отвалов угольного разреза «Заазейский»

Название группировок	Фракции фитомассы	2010 г.		2011 г.		2012 г.		2013 г.	
		%	г/м ²	%	г/м ²	%	г/м ²	%	г/м ²
Пионерная стадия на вершине отвала	Зелень	78	361	66	465	22	357	39	467
	Мортмасса	22	102	34	239	78	123	61	720
Смешанная стадия на склоне отвала	Зелень	62	670	87	492	78	453	73	538
	Мортмасса	38	411	13	72	22	127	27	203
Восстановительная стадия – луговая	Зелень	35	484	75	471	77	733	75	714
	Мортмасса	65	900	25	161	23	214	25	235
Восстановительная стадия березово-осиновый лес	Зелень	62	686	28	343	42	581	24	362
	Мортмасса	38	421	72	888	58	803	76	1132
Восстановительная стадия березово-сосновый лес	Зелень	59	1401	35	691	26	527	29	790
	Мортмасса	41	974	65	1435	74	1485	71	1945

Разброс значений общих запасов растительного вещества внутри каждой группы огромен. В 2010 г. доля зеленой массы пионерного сообщества (несмотря на небольшую численность видов) составляет 78%. Это происходит вследствие большого удельного веса бурьянистой растительности – Иван-чая (*Epilobium angustifolium*) и полыни Сиверса (*Artemisia siversiana*). Величина общей надземной массы (зелень

злаково-восстановительной смешанной на склоне отвала и, соответственно, в числовом значении имеют следующий вид:

$$2312 > 1304 > 985 > 979 > 741 \text{ г/м}^2.$$

Выводы

Результаты многолетних исследований с 2009 по 2013 гг. показали следующие особенности.

1. Заращение отвалов проходит удовлетворительно. Состояние и прирост поселившихся на отвалах древесных пород мало отличается от пород зональных почв.

2. Плохое возобновление древесными породами и травянистой растительностью на вершинах отвалов объясняется малым налетом семян вследствие возвышенного положения отвалов над относительно ровной поверхностью окружающей территории, а также жесткими условиями температурного режима, недостатком влаги и физическими свойствами поверхностного слоя породы.

3. Участие и заселение отвалов травянистыми видами пионерной группировки происходит пятнами. Доминантом является – *Epilobium angustifolium*, а содоминантами *Melilotus albus* и *Sonchus arvensis*.

4. При заращении отвалов травянистой растительностью выявлены значительные флуктуации жизненного состояния видов и их проективного покрытия. В этот пери-

од большая поверхность покрывается злаками: *Elytrigia repens* и *Dactylis glomerata*, т.е. формируется новое луговое сообщество, которое по запасам надземной массы приближено к зональному фитоценозу.

Список литературы

1. Атлас Иркутской области. – М.; Иркутск: ГУГК, 1962.
2. Дубынина С.С. Состояние растительного покрова природно-техногенных экосистем на территориях промышленного освоения Сибири // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований – 2013. – № 8(1). – С. 46–49.
3. Кандрашин Е.Р. Сингенез и продуктивность естественной растительности и полукультурфитоценозов на отвалах угольных разрезов Кузбасса // Почвообразование в техногенных ландшафтах. – Новосибирск: Наука, 1979. – С. 163–172.
4. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах. – М.: Мысль, 1987. – 182 с.
5. Понятовская В.М. Учет обилия и особенности размещения видов в естественных растительных сообществах // Полевая геоботаника. – М.; Л., 1964. – Т. 3. – С. 200–289.
6. Шенников А.П. Введение в геоботанику. – Л., 1964. – С. 108–112.