

УДК 504.06:911.2:622(571.51)

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НАДЗЕМНОЙ  
МАССЫ В ЭКОСИСТЕМАХ ОТВАЛОВ ПОСЛЕ УГЛЕДОБЫЧИ****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. Приводятся результаты многолетних исследований восстановления растительного покрова на трех ключевых участках разреза «Азейский». Дана характеристика объектов исследования. Индикационным восстановительным показателем в растительном покрове техногенных ландшафтов явился видовой состав и продуктивность надземной массы. Установлен ход сингенетических сукцессий растительности на разных типах отвалов с породами, вынесенными при открытых разработках на поверхность. Прослежены начальные стадии формирования, от пионерной и разнотравно-кустовой группировки к бобово-злаковой группировке до замкнутого лесного фитоценоза. Выявлены запасы зеленой массы, мортмассы исследуемых экосистем трех участков техногенных новообразований (отвалов). Построены пространственно-временные модели динамики продуктивности надземной массы на исследуемых участках Азейского разреза. Выявлено слабое возобновление травянистой растительности на вершинах отвалов, что объясняется возвышенным положением отвалов и физическими свойствами поверхностного слоя породы.

**Ключевые слова:** Иркутская область, Тулунский район, отвалы, экосистемы, растительный покров, сукцессии, продуктивность надземной массы

**SPATIAL-TEMPORAL CHANGES OF ABOVEGROUND MASS  
IN THE ECOSYSTEMS OF THE PILES AFTER THE COAL MINING INDUSTRY****Dubynina S.S.***V.B. Sochava Institute of geography SB RAS, Irkutsk, e-mail: Dubynina@irigs.irk.ru*

The article summarizes the results of studies of biological productivity of disturbed lands «Azeysky coal mine» Tulun district of the Irkutsk region. The results of years of research revegetation on three key areas of breakdown «Azeysky». The characteristic objects of study. Indicator recovery indicator in a vegetable cover of technogenic landscapes was the specific structure and efficiency of elevated weight. Set during syngenetic succession of vegetation on different types of blades with rocks, made in open to the surface, which gives the opportunity to trace the initial stage of formation, starting from pioneer, and forb-shrub group to the legume-grass Association and to the closed forest phytocenosis. Identified resources of green mass, mortmass the studied ecosystems at three sites technogenic tumors (dumps). Built spatio-temporal models of dynamics of productivity of aboveground mass at the study sites Azeysky cut. Weak renewal by grassy vegetation at tops of dumps is revealed that is explained by the sublime provision of dumps and physical properties of a blanket of breed.

**Keywords:** Irkutsk region, Tulunsky district, dumps, ecosystems, vegetation, succession, productivity of aboveground mass

Угольный разрез «Азейский» Тулунского района находится в пределах Иркутска-Черемховской равнины, территория которого простирается с юго-востока на северо-запад, его площадь – 36 000 км<sup>2</sup>. Добыча угля разреза «Азейский» идет открытым способом. При этом разрушаются значительные площади территории, на их месте формируются новые ландшафтные структуры (отвалы). С образованием техногенного рельефа происходит изменение как абсолютных, так и относительных отметок высот по сравнению с первичной поверхностью, что способствует образованию рельефа с системой узких гребней в сочетании с выровненными платообразными частями [1]. Откосы отвалов разреза «Азейский» отличаются большими уклонами (14–40°) и подвержены плоскостной и овражной эрозии.

Степень и скорость естественного за-растания почвенного покрова растительно-

стью зависит от качества вскрышных пород. Основные породы отвалов представлены: аргиллитами, алевролитами, песчаниками и четвертичными покровными суглинками, которые – не токсичны. По физическим и химическим свойствам породы отвалов довольно плодородны, имеют высокую водопроницаемость за счет щебнисто-каменистых фракций аргиллитов и мелкоземлистых пород [2]. В результате этого создается довольно стабильный водный режим, сохраняющий значительные запасы продуктивной влаги, соизмеримые с запасами ее в зональных почвах.

**Цель работы** – исследование пространственно-временных изменений надземной массы в молодых экосистемах отвалов Азейского бурогоугольного месторождения.

В связи с этим решался ряд задач:

– изучение процесса первоначального формирования растительных группировок отвалов;

– оценка продуктивности фитомассы в разных группировках экосистем;

– динамика запасов надземной массы экосистем в сопряженном ряду на примере построенных пространственно-временных моделей.

#### Материалы и методы исследования

По климатическим условиям район относится к территориям с суровой, продолжительной, малоснежной зимой и теплым летом с обильными осадками. Климат резко континентальный. Здесь наблюдаются отрицательные среднегодовые температуры воздуха и сильные перепады их в течение суток, неравномерное выпадение осадков по годам, 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 [3] на исследуемой территории преобладают среднесибирские растительные формации, относящиеся к Урало-Сибирской фратрии. При изучении растительного покрова в окружении угольного разреза «Азейский» авторы стремились, по возможности, составить представление о видах разных жизненных форм и продуктивности надземной массы. В окружении угольного разреза «Азейский» были выбраны 3 экспериментальных участка: Заазейский, Восточный и участок IV. Изучение неоднородности структуры растительного покрова отвалов осуществлялось методом подбора экспериментальных площадок, где проводились геоботанические описания по стандартной методике. Эти методики включали определение видового состава сообщества и количество видов на площадке 0,25 м<sup>2</sup>, общее проективное покрытие и характеристику местообитания [4–6]. В пределах каждой площадки проводились укусы в трехкратной повторности, где учитывался запас зеленой массы и отмершего органического вещества растений (ветошь, подстила и отпад). Все образцы после высушивания до абсолютно сухого состояния взвешивались, и расчет запасов живой и мертвой массы проводился на основе средних значений [7].

#### Результаты исследования и их обсуждение

Растительный покров исследуемых участков представлен сообществами разных группировок, сменяющих друг друга, начи-

ная с вершины отвала пионерной стадии, переходя к длительно-производной луговой растительности и заканчивая осиново-березово-сосновым лесом с высокотравной растительностью, которые различались между собой не только по характеру растительного покрова, но и по запасам растительного вещества.

На участке «Заазейский» изучено пять экосистем, образующих хроноряд группировок [8]. Разные по местоположению и структуре сообщества отвалов представляют собой разные стадии восстановительных сукцессий:

– вершина отвала т. 1 и склон отвала т. 1а, где основу пионерной группировки составляют широко распространенные виды сорных растений, из которых формируются бурьянистые сообщества. Растения находятся на значительном расстоянии друг от друга. Проективное покрытие (п/п) в т. 1 составляет 10–15%, а в т. 1а – 30–40%. Видовой состав на площадке 25 м<sup>2</sup> представлен от 4–7 видами растений, преимущественно сорными. Сегетально-рудеральные растения способны быстро захватывать свободные территории [9]. Доминантами являются: донник желтый – *Melilotus albus*; Иван-чай узколистный – *Epilobium angustifolium*, осот полевой – *Sonchus arvensis*, полынь Сиверса – *Artemisia siversiana*, а также злаки – пырей ползучий – *Elytrigia repens*. Среднюю часть склона занимают куртины облепихи крушиновой – *Hippophae rhamnoides*, появление подроста сосны лесной. На лишенных растительности участках поселяются гипновые мхи;

– восстановительная группировка березово-осинового леса т. 3 сомкнутость крон до 70%. На опушке подрост осины высотой 1–2 м. Подлесок выражен слабо и представлен редкими кустами шиповника иглистолистной высотой до 1,5 м. Хорошо развит травяной покров, общее п/п составляет 80%, число видов на площадке 0,25 м<sup>2</sup> – 9. Доминантами лесного разнотравья являются: вейник наземный – *Calamagrostis epigeius* высотой до 1.2 м, чина низкая – *Lathyrus humilis*;

– разнотравно-кострецовый луг т. 5, где пионерная стадия сменилась на длиннокорневищно-злаковую с большим участием лугового разнотравья. Общее п/п 80–90%, число видов на площадке 0,25 м<sup>2</sup> – 7. Доминируют злаки: кострец безостый – *Bromopsis inermis*, пырей ползучий – *Elytrigia repens*. Велик процент растений с ползучими и стержневыми корневищами – это осот полевой – *Sonchus arvensis*. Злаки и бобовые

в растительном покрове создают практически сформированное луговое сообщество, близкое к естественному фитоценозу [10];

– березово-сосновый лес с вейниково-высокотравной растительностью т. 6. Древесная растительность представлена сосной лесной – *Pinus sylvestris* с диаметром стволов 20–40 см, и березой плосколистной – *Betula platyphylla* с диаметром 20–30 см, высотой 13–15 м. В травяном покрове преобладает высокотравье – вейник наземный – *Calamagrostis epigeius*, василистник малый – *Thalictrum minus*, тысячелистник недотрога – *Achillea impatiens*. Число видов на площадке 0,25 м<sup>2</sup> – 8, п/п составляет 80%. Поскольку сомкнутость крон 30–40%, солнечные лучи свободно проникают под полог деревьев, это способствует разрастанию таких видов, как герань сибирская – *Geranium sibiricum*, чина низкая – *Lathyrus humilis*, подмаренник настоящий – *Galium verum*.

Растительный покров участка «Восточный» представлен сообществами разных группировок, сменяющих друг друга:

– вершина отвала т. 1, на которой основу пионерной растительности составляют обычно широко распространенные виды сорных растений, из которых формируются бурьянистые сообщества. Они обладают высокой жизнеспособностью и рядом адаптивных биологических свойств. Сегетально-рудеральные растения способны быстро захватывать свободную территорию. На изучаемой площадке характерно отсутствие сомкнутого надземного яруса, общее п/п 10–20%, число видов на площадке 0,25 м<sup>2</sup> – 7. Доминантами являются полыни (*Artemisia*), донники (*Melilotus*), высота этих видов достигает 1,5–2 м;

– склон отвала т. 2 составляют смешанные группировки с крупнобурьянистой растительностью. Общее п/п травянистого покрова составляет 40–45%, число видов на площадке 0,25 м<sup>2</sup> – 6. Смешанные группировки состоят из разнотравья и злаков, с господством корнеотпрысковых и глубокостержнекорневых растений: пырей ползучий – *Elytrigia repens*, осота полевого – *Sonchus arvensis* – и *Epilobium angustifolium* – кипрея. На вершине склона отвала, заселяют кустарниковые виды растений – ива козья – *Salix caprea*. В напочвенный покров включаются *Melilotus albus* – донник желтый, *Linaria vulgaris* – лянника обыкновенная. Отмечено появление подроста *Pinus sylvestris* – сосны лесной и *Betula platyphylla* – березы плосколистной;

– разнотравно-злаково-бобовый луг (т. 3 и 4) сформировался на нарушенных землях в результате самозарастания. Общее п/п 90–100%, число видов встречаемых на площадке 0,25 м<sup>2</sup> от 5 до 7. В сообществе отмечен большой процент бобовых растений, произрастающих большими куртинами. Среди них *Medicago sativa* – люцерна посевная, *Vicia cracca* – горошек мышиный, *Trifolium pratense* – клевер полевой, *Melilotus suaveolens* – донник душистый. На лугу идет интенсивное возобновление леса такими породами, как сосна, береза, осина;

– сосновая лесная восстановительная серия (т. 5) представляет собой формирующийся лес на месте нарушенной территории. Сомкнутость крон 70–80%, разнообразие видов встречаемых на площадке 0,25 м<sup>2</sup> – 6. Возраст сосен 15–18 лет, высота около 10 м. В подросте доминирует сосна до 2 м, однако показательно появление лиственницы сибирской – *Larix sibirica*. Травянистая растительность включает сорные виды – иван-чай – *Epilobium angustifolium*, репейничек волосистый – *Agrimonia pilosa*. В напочвенном покрове незначительно появляются мхи и лишайники.

На участке «IV» изучено 7 разновидностей экосистем, которые отличались между собой не только по местоположению, но и по характеру растительных группировок:

– разнотравно-бобово-злаковые группировки на вершине вала т. 1, 4 и т. 6 на оплывающем борту вала. Общее п/п от 50 до 70%, разнообразие видов составляет от 4 до 7. Большую часть травостоя занимают злаки. Господствующими видами являются пырей ползучий – *Elytrigia repens*, кострец – *Bromopsis inermis*, мятлик – *Poa attenuate*, из разнотравья: полынь – *Artemisia scoparia*, подорожник – *Plantago media*, тысячелистник – *Achillea impatiens*, из бобовых видов: чина – *Lathyrus*, клевер ползучий – *Trifolium repens*. В травяном покрове встречаются кусты шиповника – *Rosa acicularis* и смородины – *Ribes*;

– разнотравно-злаковый луг на выровненной поверхности т. 2. Общее п/п 90 – 100% на площадке 0,25 м<sup>2</sup> насчитывается от 6 до 9 видов. Основу травостоя составляют длиннокорневищные злаки – пырей (*Elytrigia repens*) и кострец (*Bromopsis inermis*). Растительный покров состоит из луговых трав. Это тысячелистник обыкновенный – *Achillea millefolium*, герань сибирская – *Geranium sibiricum*. Из сорных видов: осот (*Sonchus*), погребок (*Gmelins*), крапива коноплевая – *Urtica cannabina*. Предста-

вители древостоя сосна – (*Pinus*) и береза (*Betula*) в возрасте 5–10 лет. Кустарниковая растительность разнотравно-злакового луга: ива (*Salix*), черемуха (*Padus*), облепиха (*Hippophae*), шиповник (*Rosa*);

– осиново-сосново-березовый лес с разнотравно-хвощево-злаковой травянистой растительностью т. 3, 5 и 7. Лес представлен длительно производной восстановительной серией светлохвойных лесов, характерных для Иркутско-Черемховской равнины. Основу древостоя составляют: осина, береза и сосна, высотой до 10 м. Травяной покров густой, п/п составляет 80–90%, число видов на площадке 0,25 м<sup>2</sup> – 10. В травяном покрове встречаются типичные лесные

и опушечные виды растений: борщевик рассеченнолистный – *Heracleum dissectum*, василисник малый – *Thalictrum minus*, медуница мягчайшая – *Pulmonaria mollis*, большими куртинами произрастает хвощ полевой – *Equisetum arvense*.

Исследования показали, что продуктивность растительного покрова надземной массы различна. Изученные ряды участков на данный момент представляют собой разные группировки восстановительных сукцессий. Полученные данные по продуктивности растительного вещества участка «Заазейский» иллюстрируют закономерности запасов зеленой и мортмассы в разных группировках экосистем (рис. 1).

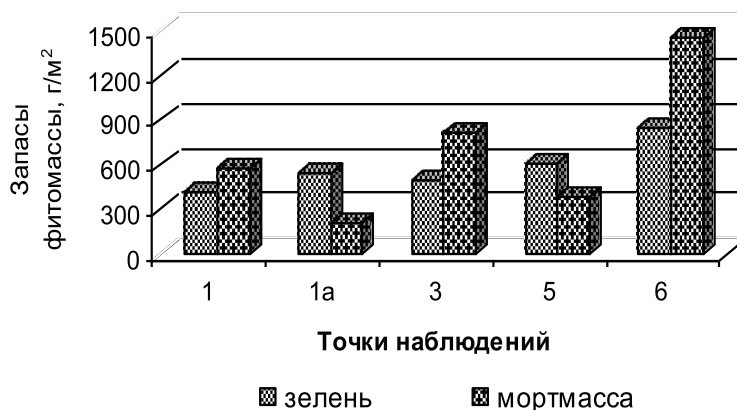


Рис. 1. Средние запасы зеленой и мортмассы на участке «Заазейский», г/м<sup>2</sup>. Точки наблюдений и названия: т. 1 – пионерные группировки на молодых почвах вершины отвала и т. 1а – склона отвала; т. 3 – восстановительная группировка березово-осинового леса; т. 5 – разнотравно-кострецовый луг; т. 6 – группировки березово-соснового леса с вейниково-высокотравной растительностью

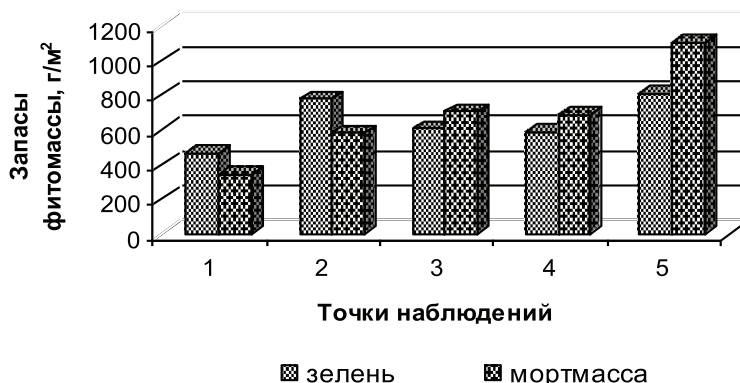


Рис. 2. Распределение запасов надземной массы на участке «Восточный», г/м<sup>2</sup>. Точки наблюдений и названия: т.1 – пионерные группировки на молодых почвах; т. 4 – злаково-полюнная восстановительная стадия растительного покрова вершин отвалов; т. 2 – склон отвала составляет смешанные группировки с бурьянистой растительностью; т. 3 – злаково-разнотравно-бобовый луг; т. 5 – сосновая лесная восстановительная серия с злаково-разнотравно-бобовой растительностью

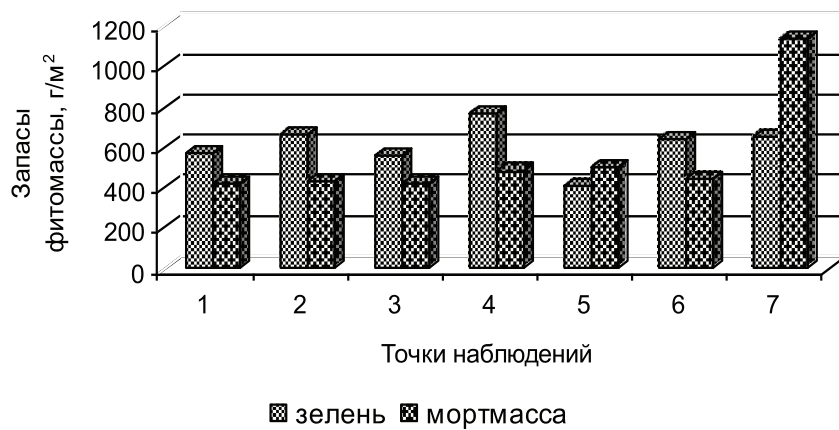


Рис. 3. Средние запасы надземной массы (зелень и мортмасса) на участке «IV», г/м<sup>2</sup>. Точки наблюдений и названия: т. 1 – разнотравно-бобово-злаковый луг; т. 2 – разнотравно-злаковый луг; т. 3 – сосново-березовый лес с хвощево-травяной растительностью; т. 4 – разнотравно-злаково-бобовый луг; т. 5 – сосново-березовый лес со злаково-костяничковым травостоем; т. 6 – разнотравно-бобово-злаковый луг; т. 7 – сосново-березовый лес с лиственницей и с разнотравно-осоково-злаковой растительностью

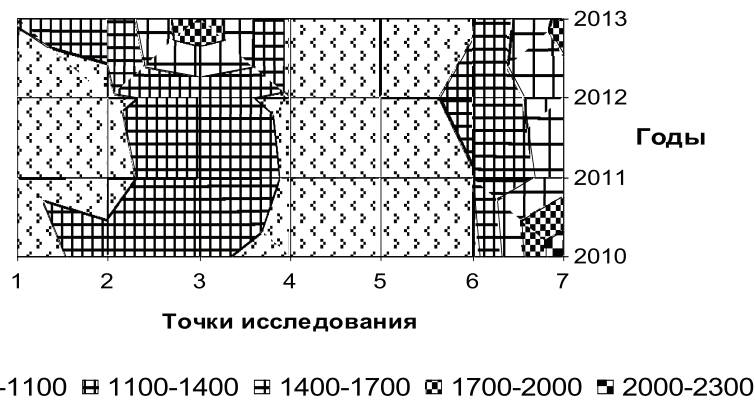


Рис. 4. Пространственно-временные изменения надземной массы в сообществах участка «IV». Топохроноизоплетами показаны запасы надземной массы в г/м<sup>2</sup>; 1–7 – точки наблюдений (усл. обозн. см. рис. 3)

Так, запасы зеленой массы были самые высокие 852, а мортмассы 1460 г/м<sup>2</sup> в березово-сосновом лесу с вейниково-высокотравной растительностью (т. 6). Мортмасса в лесном сообществе высокая за счет ветоши, подстилки и опада и на долю мортмассы приходится до 72%. Самые низкие запасы мортмассы на склоне отвала (т. 1а) – 203 г/м<sup>2</sup>, за счет сноса мертвого вещества по склону (влияние струйчатой эрозии) и его скопления у подножья отвала.

Существенно различаются группировки по запасам надземной массы на участке «Восточный» в соответствии с местоположением и внутренними ритмами развития (рис. 2).

Разброс значений запасов надземной массы внутри каждой группы огромен. Величина зеленой массы в сосновой лесной со злаково-разнотравно-бобовой растительностью (т. 5) составляет 800 г/м<sup>2</sup>, что в 2 раза больше, чем в пионерных группировках (т. 1), а мортмассы в 3,5 раза. Экосистемы по запасам зеленой массы выстраиваются в следующий ряд: сосновая лесная восстановительная серия (т. 5) > склона отвала со смешанными группировками (т. 2) > злаково-разнотравно-бобового луга (т. 3) > злаково-полынной восстановительной стадии (вершина отвала т. 4) > пионерной группировки (т. 1).

Распределение запасов надземной массы в экосистемах на участке «IV» (рис. 3).

Средние запасы надземной массы на профиле участка «IV» в многолетнем ряду в лесных сообществах колеблются от 822 до 2225 г/м<sup>2</sup>. Минимальные запасы отмечены в злаково-костяничковом сообществе (т. 5), максимальные в разнотравно-осоково-злаковом травостое, за счет большого накопления мортмассы – ветоши и подстилки (т. 7). Наибольшие колебания зеленой массы отмечаются в луговых сообществах, где максимум приходится на разнотравно-злаково-бобовый луг – 765 г/м<sup>2</sup> (т. 4). Наглядным доказательством являются построенные пространственно-временные модели, которые обнаруживают существенную динамику лесных и луговых сообществ (рис. 4).

За период четырехлетних исследований наблюдается четко выраженное увеличение запасов общей надземной массы в лесных сообществах (т. 3 и 7), достигающих максимальных своих значений в 2010 г. (т. 7). Затем наступает ярко выраженный спад – 2011 и 2012 гг., и вновь увеличение в 2013 г. В луговых сообществах прослеживается четкая ритмичность по всему исследуемому профилю. Исключением явились 2010 и 2013 гг. для разнотравно-злакового луга (т. 2), где происходит увеличение надземной массы.

### Заключение

В техногенных ландшафтах важным восстановительным показателем в растительном покрове остается видовой состав и продуктивность надземной массы, как важнейший индикаторный признак. Слабое возобновление травянистой растительности на вершинах отвалов с проективным покрытием 15–20% и с господством многолетних растений преимущественно сорно-лугового типа объясняется возвышенным положением отвалов и физическими свойствами поверхностного слоя породы. Однако эдафические условия и водный режим отвалов в лесостепной зоне мало отличаются от зональных почв, а травяной покров под лесным пологом с общим проективным покрытием 80–90%, имеет самую высокую продуктивность 2225 г/м<sup>2</sup>, за счет скопления мортмассы (ветоши и подстилки). Это демонстрируют построенные пространственно-временные модели динамики продуктивности надземной массы в экосистемах исследуемого участка разреза «Азейский».

### Список литературы

1. Богородская А.В., Трефилова О.В., Шишкин А.С. Процессы первичного почвообразования в техногенных

экосистемах на отвалах Бородинского бурогольного месторождения (восточная часть КАТЭКа) // Вестник Томского гос. ун-та. – 2014. – № 382. – С. 214–220.

2. Накаряков А.В., Трофимов С.С. О молодых почвах, формирующихся на отвалах отработанных россыпей в подзоне южной тайги Среднего Урала // Почвообразование в техногенных ландшафтах. – Новосибирск: Изд-во «Наука», 1979. – С. 58–105.

3. Атлас Иркутской области. – М.; Иркутск: ИГ СО АН, Роскартография, 2004. – 90 с.

4. Ефимов Д.Ю., Шишкин А.С. Растительный покров рекультивированных отвалов угольных разрезов Канской лесостепи // Известия Самарского науч. центра РАН. – 2014. – Т. 16, № 5. – С. 190–195.

5. Дубынина С.С. Изменение нарушенных земель при открытой добыче угля на территории промышленного освоения Сибири // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 10. – С. 119–124.

6. Маторина Л.В., Ижевская Т.И. Сравнительная характеристика растительного покрова на отвалах открытых разработок бурого угля и железной руды // Растения и промышленная среда. – Свердловск, 1980. – С. 80–87.

7. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах. – М.: Изд-во «Мысль», 1978. – 182 с.

8. Дубынина С.С. Состояние растительного покрова природно-техногенных экосистем на территории промышленного освоения Сибири // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 8–1. – С. 46–49.

9. Хомушка Н.Г., Самбуу А.Д. Первичная сукцессия растительности техногенных отвалов Каа-Хемского угольного разреза республики Тыва // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 6. – С. 132–136.

10. Шергина О.В., Михайлова Т.А., Калугина О.В., Пройдакова О.А. Естественное восстановление почвенного и растительного покрова на промышленных отвалах // География и природ. ресурсы. – 2015. – № 2. – С. 66–74.

### References

1. Bogorodskaja A.V., Trefilova O.V., Shishikin A.S. Processy pervichnogo pochvoobrazovaniya v tehnogennyh ekosistemah na otvalah Borodinskogo burougolnogo mestorozhdeniya (vostochnaja chast KATJeKa) // Vestnik Tomskogo gos. un-ta. 2014. no. 382. pp. 214–220.

2. Nakarjakov A.V., Trofimov S.S. O molodyh pochvah, formirujushhhsja na otvalah otrabotannyh rossypej v podzone juzhnoj tajgi Srednego Urala // Pochvoobrazovanie v tehnogennyh landshaftah. Novosibirsk: Izd-vo «Nauka», 1979. pp. 58–105.

3. Atlas Irkutskoj oblasti. M.; Irkutsk: IG SO AN, Roskartografija, 2004. 90 p.

4. Efimov D.Ju., Shishikin A.S. Rastitelnyj pokrov rekultivirovannyh otvalov ugolnyh razrezov Kanskoy lesostepi // Izvestija Samarskogo nauch. centra RAN. 2014. T. 16, no. 5. pp. 190–195.

5. Dubynina S.S. Izmenenie narushennyh zemel pri otkrytoj dobyche uglja na territorii promyshlennogo osvoeniya Sibiri // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. 2016. no. 10. pp. 119–124.

6. Matorina L.V., Izhevskaja T.I. Sravnitel'naja harakteristika rastitel'nogo pokrova na otvalah otkrytyh razrabotok burogo uglja i zheleznoj rudy // Rasteniya i promyshlennaja sreda. Sverdlovsk, 1980. pp. 80–87.

7. Metody izuchenija biologicheskogo krugovorota v razlichnyh prirodnyh zonah. M.: Izd-vo «Mysl», 1978. 182 p.

8. Dubynina S.S. Sostojanie rastitel'nogo pokrova prirodno-tehnogennyh ekosistem na territorii promyshlennogo osvoeniya Sibiri // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamentalnyh issledovanij. 2013. no. 8–1. pp. 46–49.

9. Homushku N.G., Sambuu A.D. Pervichnaja sукцессия растительности техногенных отвалов Каа-Хемского угольного разреза республики Тыва // Успехи современного естествознания. 2015. no. 6. pp. 132–136.

10. Shergina O.V., Mihajlova T.A., Kalugina O.V., Projdakova O.A. Estestvennoe vosstanovlenie pochvennogo i rastitel'nogo pokrova na promyshlennyh otvalah // Geografija i prirod. resursy. 2015. no. 2. pp. 66–74.