



УДК 504.062.4 (571.513)

ОСОБЕННОСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЗАРАСТАНИЯ ВСКРЫШНЫХ ОТВАЛОВ В АРИДНЫХ РАЙОНАХ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ

**Т.Г. ЛАМАНОВА, доктор биологических наук, старший научный сотрудник,
О.С. САФРОНОВА¹, аспирант, инженер-исследователь**

*Центральный сибирский ботанический сад СО РАН
630090, Россия, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101
e-mail: tlamanova@yandex.ru*

*¹Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии
655132, Россия, Республика Хакасия, с. Зеленое, ул. Садовая, 5
e-mail: olya_egoshina@mail.ru*

Приведены результаты пятилетних наблюдений за особенностями естественного восстановления растительного покрова на вскрышных отвалах, возникших в 80-е годы XX в. в результате добычи угля открытым способом в аридных районах Хакасии. Отвалы 80-х годов формирования относятся к внешним. Первичные сукцессии на вскрышных породных отвалах характеризуются травяным типом зарастания. Доминирующая роль в сообществах принадлежит видам синантропного разнотравья: полыни обыкновенной, Сиверса, пижмолистной, желтушнику левкоевидному, бодяку щетинистому и др. Среди злаков преобладают ковыль Крылова, вострец ветвистый (плато), мятлик степной (северный склон), щетинник зеленый (западный склон), среди бобовых – плохо поедаемый донник лекарственный (северный склон). На каждом элементе мезорельефа (склонах северной и западной экспозиции, плато) формируются фитоценозы с определенным набором доминирующих видов, отличающиеся вертикальной структурой и запасами биомассы. Фитомасса пионерных сообществ на плато отвала 80-х годов выше аналогичного показателя ранее существовавших здесь мелкодерновинных злаковых степей. На всех исследуемых участках надземная фитомасса преобладает над подземной. Самые высокие значения запасов биомассы в сообществах при естественном зарастании вскрышных отвалов в аридных районах Республики Хакасия отмечены на плато и склоне северной экспозиции, где созданы лучшие микроклиматические условия.

Ключевые слова: растительность, мезорельеф, вскрышные породные отвалы, естественное зарастание, фитоценоз.

Республика Хакасия, как и вся территория Центральной Сибири, характеризуется интенсивным развитием горной и других добывающих отраслей с преимущественно открытым способом добычи полезных ископаемых, наиболее высокопроизводительным, но связанным с исключительно обширными деформациями земной поверхности [1]. На месте естественных биогеоценозов формируются техногенные комплексы со специфическим рельефом, геологическим

строением, почвенным и растительным покровом. Наибольшая часть техногенных ландшафтов на долгое время остается под самозарастанием [2].

Возрастающие объемы угледобычи в Республике Хакасия достигли более 6 млн т в год. Ежегодный расчетный прирост техногенных ландшафтов с учетом развития разрезов будет составлять более 260 га. Территория, испытывающая на себе негативные последствия, нарушения гидрологи-

ческого режима, загрязнения прилегающих ландшафтов техногенными токсикантами, усиления эрозионных процессов и другие, в 10 раз превышает площади самих нарушенных участков [3]. Подобные процессы отрицательно отражаются на здоровье населения и являются одной из причин усиления социальной напряженности в районах угледобычи. В связи с этим актуальны работы, связанные с изучением проблемы восстановления биологической продуктивности техногенных ландшафтов.

Цель исследования – изучение процессов биологической рекультивации и самозарастания техногенных ландшафтов в аридных районах Хакасии.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования послужили отвалы вскрышных пород угольной компании ООО «СУЭК-Хакасия» разреза «Черногорский» разных лет формирования 70–90-х и 2000-х годов. В статье отражены данные, собранные на территории внешних отвалов, сформировавшихся в 80-х годах. По характеру рельефа сформированные по платообразному террасированному средневысокому типу, они состоят из двух террас: высота первой – 390 м над ур. м., высота второй – 415 м. Отвалы отвечают требованиям ГОСТа и являются типичными.

Климат района резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким засушливым летом. Среднегодовая температура колеблется от 1,8 до – 1,0 °С. Абсолютный минимум отмечен в январе – 40,6 °С, абсолютный максимум в июне – 35,6 °С. Особенности климатических условий степного района Республики Хакасия формируют рискованную зону земледелия, характеризующуюся сухими весенними ветрами с низким количеством осадков: в среднем 250–300 мм в год. Именно в этой котловине идет промышленная добыча угля, в основном открытым способом.

По геоботаническому районированию А.В. Куминовой [4], территория разреза «Черногорский» отнесена к Приабаканскому (Центрально-Хакасскому) округу Минусинской котловины.

Наиболее характерны для данной территории мелкодерновинные злаковые настоящие степи в типичном варианте четырехзлаковой степи, выделенной В.В. Ревердатто.

С 2008 по 2012 г. на отвалах разреза «Черногорский» по общепринятым методикам в июле – начале августа четырехкратно были взяты повидовые укосы для определения надземной фитомассы. С целью изучения вертикальной структуры в разных местах срезали травостой под корень и затем разрезали его по слоям 0–3, 3–10, 10–20, 20–30 см и т.д. и взвешивали в сыром виде. Геоботанические описания существующих группировок, сбор материала проводили по А.А. Корчагину, Е.М. Лавренко, А.Г. Воронину [5, 6], определение проективного покрытия проводили глазомерным способом в процентах, обилие видов – по шкале Друде. По совокупности доминирующих видов определяли название фитоценоза. Запас подземной фитомассы и ее распределение по вертикали определяли отбором проб грунта, в трехкратной повторности, с площадки 10 см³ в глубину по слоям: 0–10 см, 10–20 см (взять пробы грунта с запасом корневых систем глубже не представлялось возможным). Корневые системы отмывали водой, затем высушивали и взвешивали.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На всех выделенных участках отвала 80-х годов наибольший вклад в запас надземной фитомассы вносит разнотравье. Самый высокий вклад злаков в воздушно-сухую надземную фитомассу (около 30 %) отмечен на плакоре общего проективного покрытия (ОПП) – 70 %. К числу доминантов среди них относятся ковыль Крылова (*Stipa krylovii*) и вострец ветвистый (*Agropyron ramosum*). Кроме того, здесь растут змеевка растопыренная (*Cleistogenes squarrosa*), мятлик степной (*Poa stepposa*) и др. Среди разнотравья к доминантам относятся полынь Сиверса (*Artemisia sieversiana*), полынь пижмолистная (*A. tanacetifolia*), бодяк щетинистый (*Cirsium setosum*). Среди злаков на

северном склоне (ОПП – 58 %) доминирует мятлик степной (*Poa stepposa*); на западном (ОПП – 21 %) – щетинник зеленый (*Setaria viridis*). Среди разнотравья к доминирующим видам на северном склоне относятся полынь пижмолистная, Сиверса, осот полевой (*Sonchus arvensis*), желтушник левкоевидный (*Erysimum cheiranthoides*), паслен черный (*Solanum nigrum*). На западном склоне – солянка холмовая (*Salsola collina*), полынь Сиверса, селитрянка сибирская (*Nitraria sibirica*). Бобовые на всех участках представлены одним видом – донником лекарственным (*Melilotus officinalis*), который доминирует только на северном склоне.

Вертикальное распределение надземной фитомассы относится к характерным элементам структуры сообществ и является показателем, который отражает состав компонентов, условия среды, характер воздействия человека на растительное сообщество и прошлое ценоза. Выделяются три типа распределения надземной фитомассы по вертикальному профилю: растянутое, среднее, приземное. Растянutosть профиля свойственна лесным вариантам суходольных лугов. Приземным распределением биомассы отличаются степные фитоценозы и ценозы суходольных лугов с содоминированием бобовых, мелкотравья. Среднее положение по характеру распределения занимает группа ассоциаций суходольных лугов с наиболее сложно организованными полидоминантными сообществами [7].

При изучении процессов естественного зарастания спланированных вскрышных отвалов в лесостепи Кузнецкой котловины выявилось, что высота травостоя в его местообитаниях превышала высоту травостоя ранее существовавших здесь суходольных лугов [8–10]. Данная закономерность характерна и для отвалов, сформированных в сухой степи Хакасии, где в зональном сообществе мелкодерновинной злаковой степи травостой достигал 40 см [4], а при естественном зарастании отвалов 70-х годов формирования этот показатель менялся в разные годы от 50 до 110 см [11]. На вскрышных отвалах, сформированных в 80-е годы, на северном склоне этот показатель изме-

нялся в разные годы от 50 до 60 см (при среднем значении $54,0 \pm 2,4$ см), на западном – от 70 до 90 см ($82,0 \pm 4,9$ см), на плато – от 90 до 110 см ($96,0 \pm 5,1$ см) (рис. 1). В зональном сообществе распределение фитомассы по вертикальному профилю приземное, таковым оно остается и в фитоценозах при естественном зарастании отвалов, сформированных в 80-е годы. Исключение составляет фитоценоз, сформированный на плато, где в течение трех лет отмечено среднее распределение биомассы по вертикальному профилю.

Продуктивность сырой надземной фитомассы в сообществе на северном склоне в течение пяти лет исследований изменялась от 26,8 до 52,5 ц/га, среднее значение составило 39,0 ц/га. Среднее значение сырой надземной фитомассы на западном склоне – 27,0 ц/га. Продуктивность сырой надземной фитомассы на плато в течение всего срока наблюдений изменялась от 48,3 до 76,8 ц/га, среднее значение показателя составило 62,7 ц/га.

Воздушно-сухая надземная фитомасса мелкодерновинной злаковой степи 8 ц/га, минимальная – 5,3, максимальная – 15,9 ц/га [4]. Воздушно-сухая фитомасса пионерных сообществ, формирующихся на склонах северной и западной экспозиции при естественном зарастании вскрышных отвалов, возникших в 80-е годы, укладывается в эти значения, а на плато отмечены более высокие показатели (см. таблицу, рис. 2). При естественном зарастании отвалов на склоновых местообитаниях значения биомассы по годам более динамичны по сравнению с плато. Оптимальные условия существования на плато сказались на расширении проективного покрытия надземной части травостоя, увеличении числа видов злаков, в том числе и доминантов мелкодерновинных злаковых степей, в составе сообщества, т.е. в конечном итоге привели к более сложной организации фитоценоза и выравниванию значения биомассы.

Высокие значения надземной фитомассы были отмечены и в сообществах при естественном зарастании спланированных вскрышных отвалов в лесостепи Кузнецкой

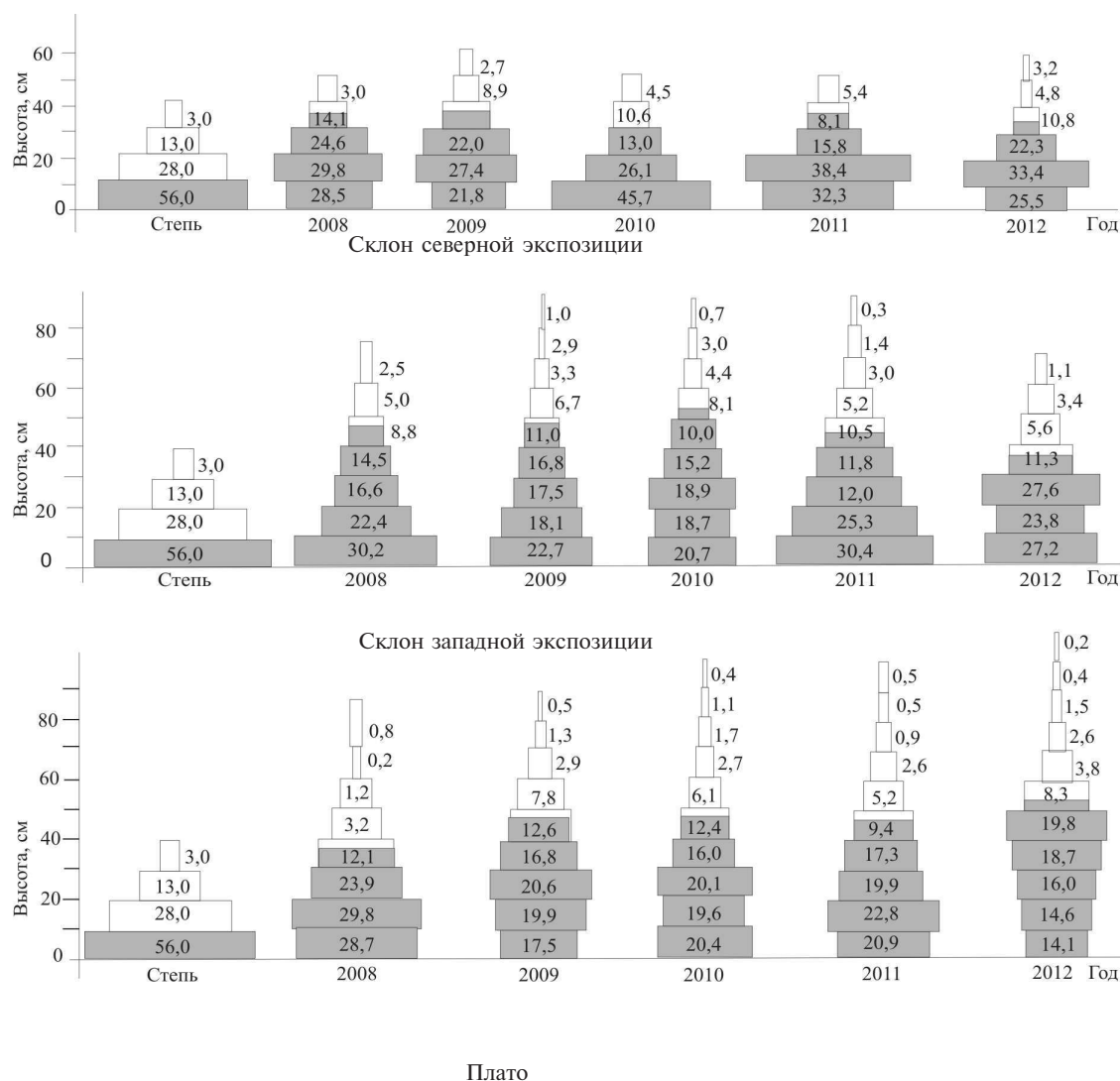


Рис. 1. Распределение надземной фитомассы по вертикальному профилю (%) в мелководерновинной злаковой степи [4] и сообществах при естественном зарастании спланированных отвалов, сформированных в 80-е годы в аридных районах Хакасии. Серым цветом выделена основная фитомасса (85 %)

котловины [9, 10], и при зарастании отвалов Каа-Хемского угольного разреза в степной зоне Тувы [12].

При естественном зарастании вскрышных отвалов, сформированных в 80-е годы в аридных районах Хакасии, величина показателя надземной фитомассы преобладает над аналогичным показателем отмершей растительной массы. Самые высокие показатели мортмассы растений на плато и северном склоне отмечены в местах с максимальными запасами биомассы.

Величина показателей надземной биомассы преобладает над аналогичными показателями подземной биомассы. Самые высокие значения запасов биомассы в сообществах при естественном зарастании вскрышных отвалов 80-х годов выявлены на плато и северном склоне, где создаются лучшие микроклиматические условия.

На тех отвалах, где сформирован растительный покров, поселяются куропатки, сойки, зайцы, дикие козы. Местные жители выпасают лошадей.

Запасы биомассы на разных участках мезорельефа при естественном зарастании вскрышных отвалов, сформированных в 80-е годы в аридных районах Хакасии, т/га

Компонент биомассы	Склон		Плато
	Северный	Западный	
Надземная биомасса	$2,4 \pm 0,4$	$1,4 \pm 0,3$	$4,3 \pm 0,4$
Фитомасса	$1,4 \pm 0,3$	$1,0 \pm 0,4$	$2,5 \pm 0,3$
Мортмасса	$1,0 \pm 0,4$	$0,4 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,1$
Подземная биомасса	0,2	0,1	0,2
Общая	2,6	1,4	4,5

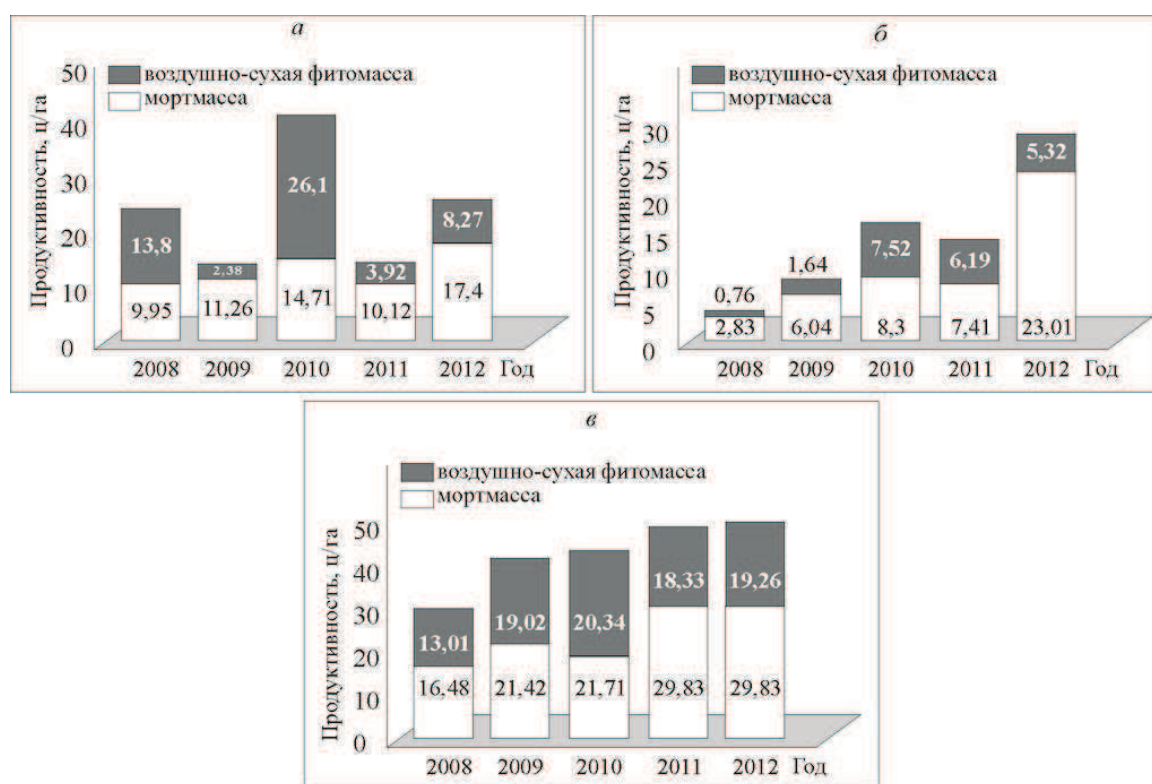


Рис. 2 Динамика воздушно-сухой надземной фитомассы при естественном зарастании вскрышных отвалов, сформированных в 80-е годы в аридных районах Хакасии: а – склон северной экспозиции; б – склон западной экспозиции; в – плато

ВЫВОДЫ

1. Первичные сукцессии на вскрышных породных отвалах, сформированных в 80-е годы XX в. в аридных районах Хакасии, характеризуются травяным типом зарастания. На каждом элементе мезорельефа формируются фитоценозы, обладающие определен-

ным набором доминирующих видов, вертикальной структурой и запасами биомассы. Однако выявлены закономерности, общие для всех пионерных сообществ.

2. Вертикальная структура растительных сообществ характеризуется значительной высотой травостоя, основная масса которого, как правило, заключена в слое 0–40 см (приземное распределение). В оптимальных

условиях на плато распределение надземной части травостоя либо становится средним, либо приближается к нему.

3. Фитомасса открытой группировки и сообществ на северном склоне и плато у 30-летних отвалов выше аналогичного показателя в ранее существовавших здесь мелкодерновинных злаковых степях. На всех участках профиля надземная фитомасса преобладает над подземной. Самые высокие значения запасов биомассы в сообществах при естественном зарастании 30-летних вскрышных отвалов в аридных районах Хакасии отмечены на плато и северном склоне, где созданы лучшие экологические условия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонов И.С., Винокурова И.С., Градобоева Н.А. и др. Биологическая рекультивация нарушенных земель в Республике Хакасия: Рекомендации и технологические схемы. – Абакан, 2003. – 68 с.
2. Подурец О.И. Мониторинг развития сукцессионных процессов на породных отвалах южной лесостепи Кузбасса: материалы междунар. науч. конф. – Новосибирск, 13–18 июня 2016 г. – С. 192–197.
3. Лавриненко А.Т. Новые подходы и технические решения рекультивации земель засушливых территорий, нарушенных горнодобывающими предприятиями: материалы междунар. симпозиума. – Абакан, 22 мая 2008 г. – С. 123–126.
4. Куминова А.В., Маскаев Ю.М., Зверева Г.А., Ламанова Т.Г. и др. Растительный покров Хакасии. – Новосибирск: Наука, 1976. – 418 с.
5. Корчагин А.А., Лавренко Е.М. Морфологическое строение растительных сообществ (синморфология) // Полевая геоботаника. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1976. – Т. 5. – С. 28–130.
6. Воронов А.Г. Геоботаника: учеб пособие: изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Высш. шк., 1973. – 384 с.
7. Павлова Г.Г. Суходольные луга Средней Сибири. – Новосибирск: Наука, 1980. – 213 с.
8. Ламанова Т.Г., Шерemet Н.В. Агрофитоценозы на отвалах в южной части Кузнецкой котловины. – Новосибирск: Офсет, 2010. – 226 с.
9. Каракулов А.В., Ламанова Т.Г. Структура и динамика регенерационных фитоценозов на спланированных отвалах в лесостепи Кузнецкой котловины (юг Западной Сибири) // Бот. журн. – 2001. – Т. 86, № 7. – С. 114–120.
10. Ламанова Т.Г., Каракулов А.В. Естественное зарастание спланированных отвалов четвертичных отложений в лесостепной зоне Кузнецкой котловины (юг Западной Сибири) // Бот. журн. – 2011. – Т. 96, № 3. – С. 411–423.
11. Ламанова Т.Г., Сафронова О.С. Особенности естественного зарастания вскрышных отвалов в аридных районах Республики Хакасии // Сиб. вестн. с.-х. наук. – 2013. – № 4. – С. 11–19.
12. Самбуу А.Д. Сукцессии растительных сообществ в травяных экосистемах Тувы: автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Новосибирск, 2014. – 32 с.

PATTERN OF NATURAL PLANT COLONIZATION OF OPENCUT SPOIL BANKS IN THE KHAKASS ARID AREAS

T.G. LAMANOVA, Doctor of Science in Biology, Senior Researcher,
O.S. SAFRONOVA¹, Postgraduate Student, Research Engineer

Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
101, Zolotodolinskaya St, Novosibirsk, 630090, Russia

e-mail: tlamanova@yandex.ru

¹Research Institute of Agrarian Problems for Khakasia

5, Sadovaya St, Zelenoe, Republic of Khakasia, 655132, Russia

e-mail: olya_egoshina@mail.ru

Data are given from 5-year observations of a pattern of natural regeneration of the plant cover in opencut spoil banks formed in the eighties of the last century as a result of open-pit coal mining in the arid regions of Khakasia. Dumps formed in the eighties are related to external ones. Primary successions on opencut spoil banks are characterized by grass colonization type. A dominating role in plant communities belongs to synanthropic motley grasses species: mugwort (*Artemisia vulgaris*), sieversian wormwood (*A. sieversiana*), tansy-leaved wormwood (*A. tanacetifolia*), wormseed wallflower (*Erysimum cheiranthoides*), bristly thistle (*Cirsium setosum*), and etc. Among grasses, the following species prevail: Krylov feather grass (*Stipa krylovii*), branched wheatgrass (*Agropyron ramosum*) (plateau), steppe bluegrass (*Poa stepposa*) (northern slope), green foxtail (*Setaria viridis*) (western slope); among legumes, this is yellow melilot (*Melilotus officinalis*) (northern slope) badly eaten by animals. Phytocoenoses with a specific set of dominant species distinguished by the vertical structure and biomass reserves are formed at each element of mesorelief (slopes of northern and western exposure, plateau). Phytomass of pioneer communities on dumps formed in the eighties is higher than that of sod grass steppes, which existed here previously. At all sites studied, the aboveground phytomass dominates the underground mass. The highest values of biomass reserves in the plant communities covering overburden dumps in the Khakass dry steppe have been observed on the plateau and slopes of northern exposure, where the best micro-climatic conditions are.

Keywords: vegetation, mesorelief, overburden dumps, natural overgrowing, phytocoenosis.

Поступила в редакцию 30.01.2017