

УДК 631.452

DOI: 10.25684/NBG.scbook.148.2019.08

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОЭКОСИСТЕМ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТУВИНСКОГО СТЕПНОГО И СУХОСТЕПНОГО ОКРУГА

Анна Доржуевна Самбуу

ФГБУН Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН,
667007, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Интернациональная, 117/а
e-mail: Sambuu@mail.ru

Аннотация. *Цель.* Оценка современного состояния агроэкосистем Центральной Тувы. *Методы.* Объекты исследований – каштановые маломощные почвы, фитоценозы агроэкосистем Центрального Тувинского степного и сухостепного округа Южно-Тувинско-Хангайской котловинно-горной провинции степной зоны. Исследование каштановых почв естественных экосистем и агроэкосистем проводилось на залежных участках Центрально-Тувинской котловины. *Результаты.* Общим следствием аграрного освоения исходно сухостепных экосистем Центрально-Тувинской котловины является нарушение сложившегося энергооборота, снижение продуктивности преобразованных агроэкосистем, увеличение степени обнаженности поверхности земли и, как следствие, общие проявления деградации земель. *Выводы.* Главное отличие залежных фитоценозов от сообществ исходных коренных степей заключается в структуре фитомассы: на залежах выше запасы надземной и ниже запасы подземной фитомассы. Из всех рассмотренных показателей позднее всего выходит на терминальный уровень структура растительного вещества. В настоящее время, в связи с небольшой длительностью земледельческого использования территории Тувы, заброшенные пахотные земли находятся в процессе восстановления. Залежная сукцессия агроэкосистем однонаправлена, детерминирована, проходит определенные стадии и приводит к растительным сообществам, существовавшим до распашки целины.

Ключевые слова: залежь, сукцессия, сухие степи, фитомасса, фитоценоз, агроэкосистема.

Введение

В почвенно-растительном покрове степных экосистем Тувы за последние 70 лет происходят заметные изменения, связанные с нагрузкой и режимом выпаса скота на пастбищах, распашкой земель и заброшенностью пашен, со строительством Саяно-Шушенской ГЭС, с вырубкой лесов, пожарами и освоением месторождений.

В советский период основные изменения в степных экосистемах Тувы были связаны с распашкой целины, а распад государственных сельскохозяйственных предприятий в 1990-е годы привел к резкому сокращению посевных площадей с переводом их на залежи. В связи с тем, что в республике основной вид сельскохозяйственного использования территории животноводство, изменение пастбищ происходит постепенно, но с не меньшими последствиями для природы степей.

Объекты и методы исследований

Тува занимает центральную часть Азии между 50-54° с.ш. и 89-99° в.д. Границы Тувы на западе, севере и востоке проходят в основном по водораздельным горным хребтам высотой 2000-3000 м над ур. м, на юге – по приподнятым равнинам и предгорьям на высоте 800-1000 м. Протяженность ее с запада на восток составляет 700 км, с севера на юг – от 100 до 450 км, общая площадь – 168,604 тыс. км² [7, 5].

Климат Тувы резко континентальный, обусловленный, главным образом, удалением от морей и океанов. Зимой территория находится почти в центре Азиатского антициклона. Среднегодовая температура составляет минус 3,7°С, средняя января – минус 28-35°С, июля – 15-20°С. Наибольшие амплитуды температур (100-120°)

характерны для межгорных котловин. Распределение осадков по территории и по сезонам неравномерное. Среднегодовые осадки в котловинах составляют 200-300 мм, в горах – 700 мм. Большая часть осадков (80%) выпадает в июле–августе, преимущественно в виде ливневых дождей. Vegetационный период составляет в среднем 125 дней. Мощность снегового покрова в котловинах – 10-20 см, в горах – 50-70 см [1].

Исследования проводились с 1996 г. по 2018 г. на 6 ключевых участках (51.38-51.26° с.ш. и 94.8-94.44° в.д.), где раньше выращивали одну культуру – пшеницу. Сухие степи на каштановых маломощных почвах были распаханы в семидесятые годы прошлого столетия и заброшены в 1994 г.

Для исследования агроэкосистем использовали изменение трех основных показателей: видового состава сообществ, структуры доминантов, запасов фитомассы. Геоботанические описания выполнены по стандартной методике [2] на пробных площадях (ПП) размерами 10×10 м, заложенных случайным образом. Характеристика ПП включала данные о ее местоположении, географических координатах в системе WGS-84, определенных с помощью спутникового навигатора GPS, положении в рельефе, характере почв и растительности, типе использования земель. Для определения надземной фитомассы на каждом участке закладывалось случайным образом 10 пробных площадок. На всех площадках размером 50×50 см зеленую фитомассу (*G*) срезали на уровне почвы и с почвы собирали подстилку. Ветошь (*D*) и опад (*L*) отбирали отдельно от зеленой фитомассы и последнюю разбирали по видам. Для определения подземной фитомассы в середине каждой площадки отбирали почвенные монолиты поверхностью 10 см², длиной 10 см, объемом 1 дм³. Глубина отбора монолитов – 0-10 и 10-20 см. Подземную фитомассу (корни и корневища) отмывали от почвы методом декантации с применением сита с отверстием 0,3 мм. При отмывке монолитов из слоя почвы 0-10 см живые корни и корневища отдельных видов тщательно выбирали из общей массы. Всю надземную и подземную фитомассу высушивали в течение 8 ч при 80°C и взвешивали. Запасы всех компонентов выражали в граммах на квадратный метр для определенного слоя почвы [10].

Результаты и их обсуждение

Традиционное землепользование Тувы обусловлено своеобразием природно-климатических условий и развитием отгонно-пастбищного животноводства. Земледелие дореволюционной Тувы было подсобным занятием. Около 70% хозяйств имели небольшие земельные участки – всего в начале XX в. засеяли 5,5 тыс. га. Затем в 1931 г. площадь их увеличилась до 9 тыс. га. После вхождения Тувы в состав СССР (1944 г.) началось интенсивное освоение земель. Глубокая трансформация природных экосистем происходит при постройке населенных пунктов, дорожном строительстве, добыче полезных ископаемых, но, прежде всего, связана с развитием сельского хозяйства. Под поля распахивались степи и лесостепи. Площадь пашни в 1945 г. составила 61 тыс. га, 1960 г. – 279 тыс. га, 1970 г. – 349 тыс. га, 1980 г. – 371 тыс. га, в период 1982–2001 гг. площадь под сельскохозяйственными культурами снижается в результате отчуждения в залежь, так в 2001 г. площадь пашни составила 55 тыс. га, к 2018 г. вновь увеличилась до 427 тыс. га [4, 3]. В период реформ в стране с 1990 по 2003 гг. произошло сокращение сельскохозяйственных угодий на 22,1%. Общая площадь залежных земель в 2003 г. в стране составила 44400 тыс. га, в Западной Сибири – 4550 тыс. га, Туве – 2 034 тыс. га, что соответствует 56,9% бывшего в Туве до 1990 г. фонда сельскохозяйственных угодий [6, 11].

Результаты исследований показали, что на исследуемых участках агроэкосистем видовое разнообразие растительных сообществ достаточно велико. За годы

наблюдений выявлено 153 вида высших сосудистых растений, принадлежащих к 94 родам, 29 семействам. Наиболее многовидовыми являются семейства Poaceae, Asteraceae и Fabaceae. Из эколого-ценотических групп преобладают: степная – 55%, лугово-степная – 9%, луговая – 3% и др. Доля сорных видов составляет 31% от общего списка видов. Из экологических групп растений широко распространены: ксерофиты – 72%, ксеромезофиты и мезоксерофиты – 21%, мезофиты – 3%, псаммофиты – 4. По жизненным формам преобладают травянистые многолетники (67% от всей флоры). Кустарники, кустарнички, полукустарники и полукустарнички составляют 7% от общего списка. Высока доля одно–двулетних видов (25%).

На выровненных участках межгорной котловины коренные сухие степи на каштановой маломощной супесчаной почве занимают формируют устойчивые зональные сообщества. На контрольном участке сухой степи (целина) ценообразователями сообществ выступают *Stipa orientalis* Trin., *Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng., *Artemisia frigida* Willd., содоминантами *Koeleria cristata* L., *Festuca valesiaca* Gaud. и *Carex duriuscula* C.A. Mey. По видовому составу сообщества характеризуются незначительным разнообразием – до 25 видов на 100 м², проективным покрытием – 40-60% [8, 9].

На участках агроэкосистем на 2-й год восстановления земель после распашки, формируются мелкобурьянистые растительные сообщества. В фитоценозах 84% фитомассы составляют полыни, среди которых преобладают *Artemisia annua* L., *A. commutata* Bess., *A. glauca* Pall. ex Wild. и др. Проективное покрытие – 0 – 10 %. На 100 м² выявлено 7 видов. На поверхности участков видны открытые дефлированные пятна. На 7-й год восстановления основу травостоя составляет *Elytrigia repens* L., и виды разнотравья *Atriplex fera* (L.) Bunge, *Convolvulus bicuspidatus* Fish/ ex Link, *Heteropappus altaicus* (Willd.) Novopokr. и *Potentilla bifurca* L. В сложении фитоценоза принимают участие *Leymus ramosus* (Trin.) Tzvelev, *Poa stepposa* (Krylov) Roshev., *Veronica incana* L. и др. Проективное покрытие составляет 10-25 %, ярусность не выражена, количество видов на 100 м² – 12. На следующей стадии развития агроэкосистемы (13-й год) типичные виды сухих степей *Stipa krylovii* Roshev., *Koeleria cristata* L., *Potentilla acaulis* L. содоминируют в сообществах и составляют уже 50% фитомассы. В сообществах все еще высоко обилие сорных видов, которые сохраняются и до сих пор. На 100 м² зафиксировано 18 видов, ярусность еще слабо выражена, проективное покрытие увеличивается до 35-45%. На 20-й год восстановления агроэкосистем в фитоценозах господствуют виды сухих степей, формирующие 72% видового состава. Сообщества приближаются к терминальному состоянию и являются одним из вариантов засоренной сухой степи. Ярусность выражена, проективное покрытие до 50%, видовое разнообразие на 100 м² – 21 видов. До сих пор сохраняются открытые дефлированные участки (рис. 1).

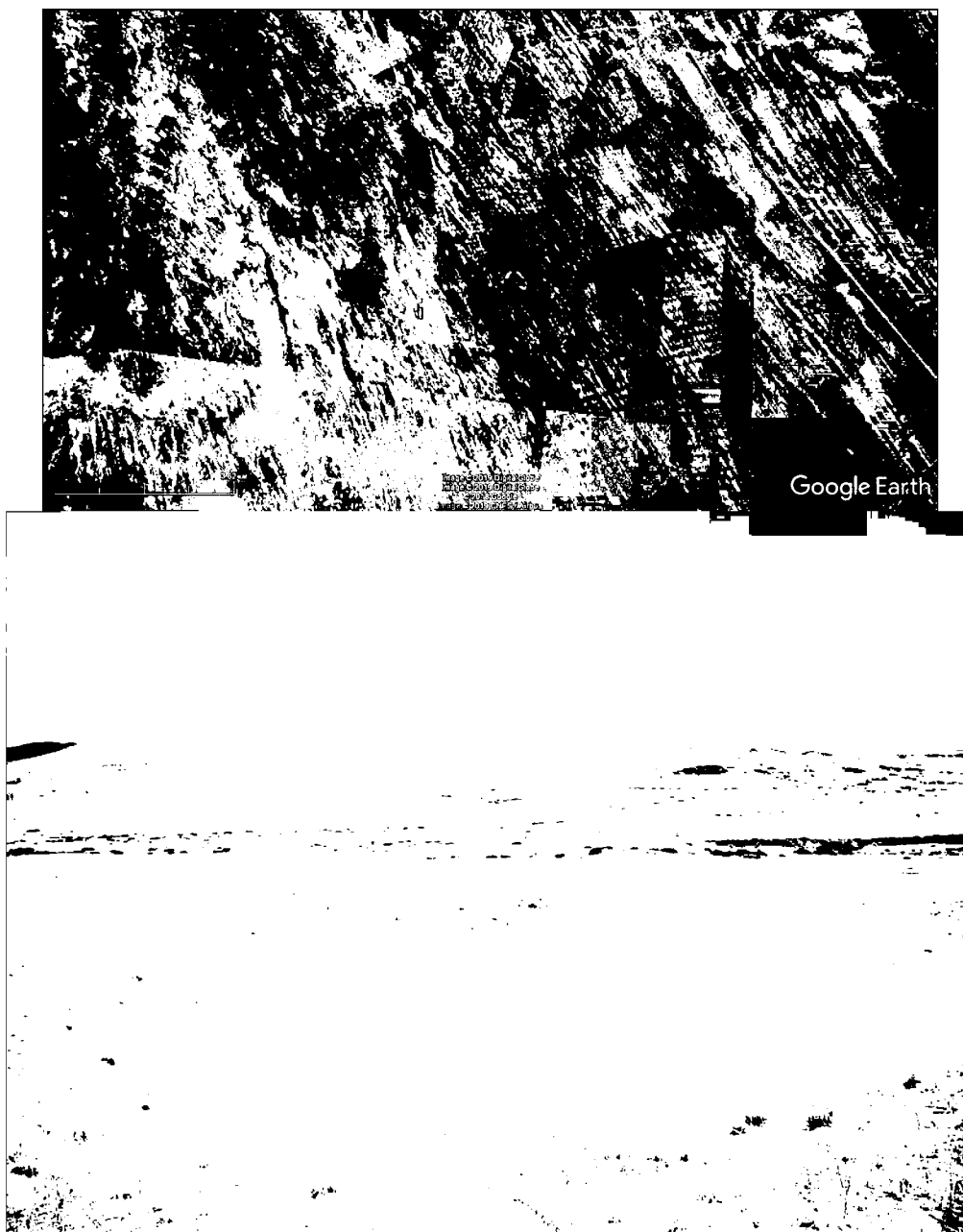


Рис. 1 – Дефлированные участки агроэкосистем в 2018 г. (космоснимок и фото)
Fig. 1 – Deflated areas of the agro-ecosystems in 2018 (the space image and photo)

На различных стадиях залежной сукцессии закономерно меняются жизненные формы доминирующих видов. Так, в сообществах 2-летней агроэкосистеме преобладают стержнекорневые виды, на 7-ой год представлены корневищными, на 13-й – корневищные злаки доминируют наравне с дерновинными. К 20-му году восстановления основу агроэкосистем составляют дерновинные виды. Однако еще высока доля сорных видов.

Показатель сходства видового состава сообществ в период 2-7 лет был низким и мало изменился к 13-му году (рис. 2). В период 13-20 лет сукцессионный процесс идет активно с максимальным количеством выпавших видов. К 13-му году сложились фитоценозы, близкие по составу к фитоценозам 20 года. Показатель сходства для этих лет менялся на участках от 0,6 до 0,75. Наиболее близки по видовому составу фитоценозы 20-летних агроэкосистем и исходных коренных степей. На рисунке

представлено расположение агроэкосистем в плоскости первых двух канонических переменных: все изученные экосистемы четко разделяются на 3 группы: 1) начальная стадия восстановления (2-7 лет), 2) следующая за ней стадия (13-20 лет), 3) ненарушенная экосистема (контроль–целина). Начальные стадии сукцессии четко отделяются от остальных по первой канонической переменной, а ненарушенные экосистемы – по второй, при этом проявляя удивительную схожесть с IV стадией сукцессии.

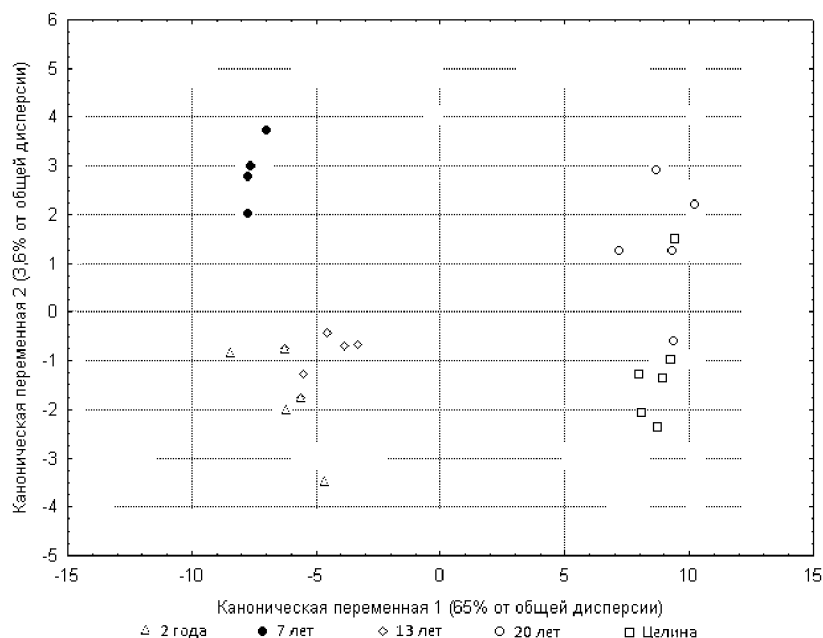


Рис. 2 – Влияние длительности сукцессии на растительные сообщества
Fig. 2 – The effect of duration of succession on plant communities

Структура растительного вещества восстанавливается значительно медленнее, чем видовой и доминантный состав залежей в ходе сукцессии. Общие запасы фитомассы на залежах к 20-му году восстановления земель меньше фитомассы коренных экосистем, хотя эта разница не превышает в целом 20% (табл. 1).

Общий запас фитомассы на участках агроэкосистем, г/м²

Таблица 1

Total stock of phytomass in the areas of agroecosystems, g/m

Table 1

Тип экосистемы / Ecosystem type	Сухая степь / Dry steppe	Целина / Virgin
Коренная степь под различной пастбищной нагрузкой Root steppe under different grazing load	2135 – 2159	1810 – 2740
20-летняя залежь под легкой пастбищной нагрузкой 20-year-old fallow lands under light grazing load	1530	1968

Не отличаясь значительно по общим запасам фитомассы, сообщества залежей отличаются от исходных степей структурой фитомассы. Практически для всех типов степей запас зеленой фитомассы (*G*) залежей выше, чем в коренных степях в 2-3 раза. Несколько выше на залежах и запас надземной мортмассы (*D+L*).

На IV стадии развития залежей запасы живых (*B*) и мертвых подземных (*V*) органов ниже по сравнению с коренными степями. Разница между запасами может быть 1,5-2 раза и зависит от пастбищной нагрузки.

Выводы

1. Основным ударом аграрного освоения степей межгорных котловин стала распашка целины в 50–70-х годах прошлого столетия. Занятые под пашню участки степей стали объектом деградации земель. Второй удар был нанесен постепенно, но с не меньшими последствиями для природы степей – развитием скотоводства. В результате, степные ландшафты понесли тяжкий экологический урон. На фоне спада аграрного производства и резкого сокращения площади пашен наблюдается восстановление антропогенно-нарушенных земель.

2. Растительные сообщества на различных стадиях зацебливания своеобразны, что обусловлено изменяющимися условиями местообитания. На 20-й год восстановления по количеству и составу видов в сообществах агроэкосистемы близки к естественным коренным сообществам, но по составу доминантов, проективному покрытию, соотношению жизненных форм они еще не достигли зонального уровня. Кроме того, восстанавливающиеся сухие степи отличаются от целинных обилием сорных видов.

3. Общим следствием аграрного освоения исходно сухостепных экосистем Центрально-Тувинской котловины является нарушение сложившегося энергооборота, снижение продуктивности преобразованных агроэкосистем, увеличение степени обнаженности поверхности земли и, как следствие, общие проявления деградации земель.

4. Главное отличие залежных фитоценозов от сообществ исходных коренных степей кроется в структуре фитомассы: на залежах выше запасы надземной и ниже запасы подземной фитомассы. Из всех рассмотренных показателей позднее всего выходит на терминальный уровень структура растительного вещества.

5. Залежная сукцессия агроэкосистем однонаправлена, детерминирована, проходит определенные стадии и приводит к растительным сообществам, существовавшим до распашки целины.

Благодарности

Исследования выполнены при поддержке РФФИ № 19-29-05208.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бахтин Н.П.* Климатические особенности и агроклиматические ресурсы Тувинской АССР // Сборник работ Красноярской гидрометеорологической обсерватории. № 1. Красноярск, 1968. С. 26-68.

2. *Воронов А.Г.* Геоботаника. М.: Высш. шк., 1973. 385 с.

3. Государственный доклад о социально-экономическом развитии Республики Тыва за 2018 год. Кызыл, 2019. 115 с.

4. История Тувы. Т. 1. 2 изд. / Под общ. ред. С.И. Вайнштейна, М.Х. Маннай-оола. Новосибирск: Наука, 2001. 367 с.

5. *Кушев С.Н.* Рельеф / Природные условия Тувинской Автономной Области. Тр. компл. эксп. Вып. 3. М.: АН СССР, 1957. С. 11-14.

6. *Люри Д.И., Горячкин С.В., Караева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.Г.* Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 416 с.

7. *Носин В.А.* Почвы Тувы. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 342 с.

8. Самбуу А.Д. Сукцессия растительных сообществ в травяных экосистемах Тувы: Автореф. дисс... докт. биол. наук: 03.02.01., 03.02.08 / Центральный Сибирский ботанический сад. Новосибирск, 2014. 32 с.

9. Титлянова А.А., Базилевич Н.И., Шмакова Е.И., Снытко В.А., Дубынина С.С., Магомедова Л.Н., Нefeldьева Л.Г., Семенюк Н. В., Тишков А.А., Ти Тран, Хакимзянова Ф.И., Шатохина Н.Г., Кыргыз Ч.О., Самбуу А.Д. Биологическая продуктивность травяных экосистем. Географические закономерности и экологические особенности. 2-е изд., исправ. и доп. Новосибирск: ИПА СО РАН, 2018. 110 с.

10. Титлянова А.А. Биологический круговорот углерода в травяных биогеоценозах. Новосибирск: Наука. 1977. 219 с.

11. Чупрова В.В. Запасы, состав и трансформация органического вещества в пахотных почвах Средней Сибири // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2017. Вып. 90. С. 96-115.

REFERENCES

1. Bakhtin N.P. Climatic features and agro-climatic resources of the Tuva ASSR. *Collection of works of the Krasnoyarsk hydrometeorological observatory*. Krasnoyarsk, 1968. 1: 26-68. [In Russian]

2. Voronov A.G. *Geobotany*. Moscow.: Vysshaya shkola, 1973. 385 p. [In Russian]1.

3. State report on the socio-economic development of the Republic of Tuva for 2018. Kyzyl, 2019. 115 p. [In Russian]

4. *Tuva's Story. Vol. 1. 2* / S. I. Weinshtein, M. H. Mannai-ool (Eds.) Novosibirsk: Nauka, 2001. 367 p. [In Russian]

5. Kushev S.N. Relief / Natural conditions of the Tuva Autonomous Region. Tr. set. exp. Issue. 3. Moscow: AS of the USSR, 1957: 11-14. [In Russian]

6. Lurie D.I., Goryachkin S.V., Karavaeva N.A. Denisenko E.A., Nefedova T.G. *Dynamics of agricultural lands of Russia in XX century and postagrogenic restoration of vegetation and soils*. Moscow: GEOS, 2010. 416 p. [In Russian]

7. Nosin V.A. *Soils of Tuva*. Moscow: Publishing house of the USSR, 1963. 342 p. [In Russian]

8. Sambuu A.D. *Succession of plant communities in grassland Tuva*. Central Siberian Botanical garden. Novosibirsk, 2014. 32 p. [In Russian]

9. Titlyanova A.A., Bazilevich N.I. Shmakov, E.I., Snytko V.A., Dubinina S.S., Magomedova L.N., Nefedyeva L.G., Semenyuk N.V., Tishkov A.A., T. Tran, Khakimzyanova F.I., Shatokhina N.G., Kyrgys Ch.O., Sambuu A.D. *Biological productivity of grassland ecosystems. Geographical patterns and ecological features*. 2-d ed., corr. and supplemented. Novosibirsk: ISA of the SB RAS, 2018. 110 p. [In Russian]

10. Titlyanova A.A. *The biological cycle of carbon in grass ecosystems*. Novosibirsk: Science. 1977. 219 p. [In Russian]

11. Chuprova V.V. Reserves, composition and transformation of organic matter in soils of Central Siberia. *Bulletin of the Soil Institute named after V. V. Dokuchaeva*. 2017.90: 96-115. [In Russian]

Acknowledgements

The reported study was funded by RFBR according to the research project № 19-29-05208.

Sambuu A. D. Current condition of agroecosystems of the Central Tuvian steppe and dry steppe district // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2019. – Vol.148. – P.77-84.

Annotation. *Purpose.* Assessment of the current state of agroecosystems of Central Tuva. *Methods.* The objects of research – the chestnut shallow soils, plant communities and agroecosystems of the Central Tuva steppe and steppe districts of the South of the Tuva-Khangai basin-mountain province of the steppe zone. The study of chestnut soils of natural ecosystems and agroecosystems was carried out on the remaining areas of the Central Tuva basin. *Results.* The general consequence of the agricultural development of the initial dry-steppe ecosystems of the Central Tuva basin is a violation of the combined energy turnover, a decrease in the productivity of transformed agroecosystems, an increase in the degree of the earth's surface exposure and, as a consequence, the general manifestations of land degradation. *Summary.* The main difference between the fallow phytocenoses and the communities of the initial indigenous steppes is the structure of phytomass: on the deposits above-ground and below-ground phytomass reserves. The structure of the plant substance is the last to reach the terminal level of all the considered parameters. Currently, due to the short duration of agricultural use of the territory of Tuva, abandoned arable land is in the process of restoration. The fallow succession of agroecosystems is unidirectional, deterministic, passes certain stages and leads to plant communities that existed before the plowing of virgin lands.

Key words: *deposit; succession; dry steppes; phytomass; phytocenosis; agroecosystem*