

УДК 574.45

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛАНДШАФТОВ РЕСПУБЛИКИ ТУВА

А. Д. САМБУУ ^{1*}, В. В. СЕВАСТЬЯНОВ ^{2**}

¹ *Тувинский государственный университет (ТувГУ), Кызыл, Россия*

² *Национальный исследовательский Томский государственный
Университет (ТГУ), Томск, Россия*

Приведены результаты многолетних исследований биологической продуктивности природных и антропогенных аграрных ландшафтов Республики Тува. Запасы фитомассы и продукция растительности рассматриваются как важная интегральная характеристика состояния ландшафтов и информативный показатель эффективности оптимальных решений в управлении динамикой экосистем – травяных экосистем, агроценозов, фрагментов лесов. Выявлено, что леса формируют 95% фитомассы, но только 46% продукции; травяные экосистемы при площади 20% создают 48% продукции. Показано, что из-за недлительного периода освоения территории региона и незначительной трансформации среды большинство ландшафтов сохраняют свой продукционный потенциал. В условиях традиционно животноводческого направления развития хозяйства региона имеется существенный резерв оптимизации функционирования сельскохозяйственных земель, определяемый естественным разнообразием ландшафтов и правильным выбором приоритетов хозяйства.

<https://doi.org/10.46991/PYSUC.2026.60.2.375>

Keywords: phytomass stock, net primary production, landscape structure, Republic of Tuva.

Введение. Республика Тува находится на юге России в центральной части Азии. По характеру устройства поверхности территория Тувы – типично горная страна, рельеф которой представлен высокими хребтами, разделенными узкими и глубокими речными долинами или широкими межгорными котловинами. Горно-котловинный рельеф республики определяет в ее пределах сложное сочетание биоклиматических условий, своеобразие и неоднородность почвенного и растительного покрова.

Цель исследования – оценка запасов фитомассы и чистой первичной продукции различных ландшафтов Тувы.

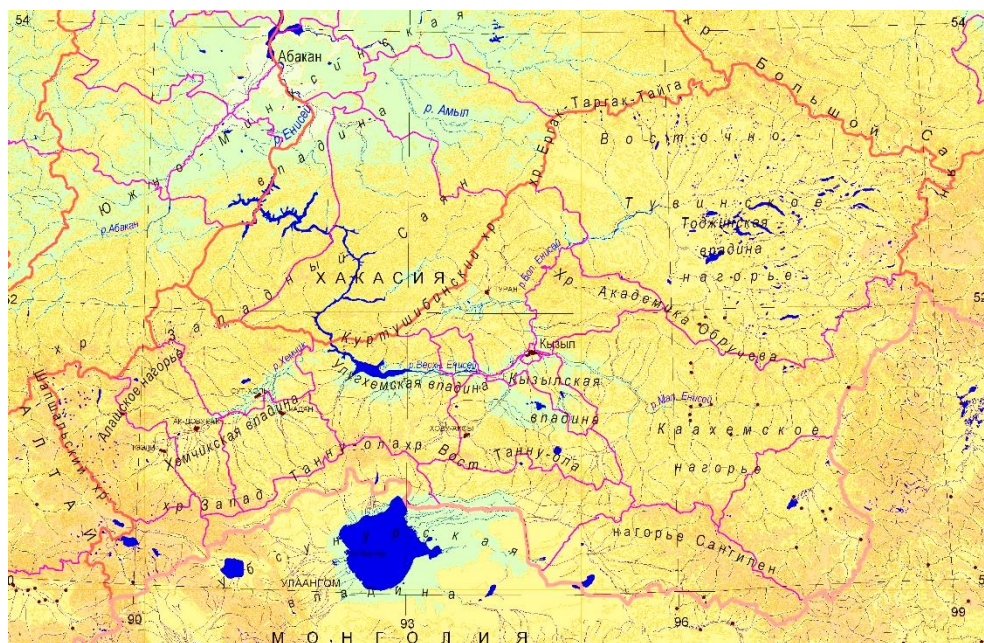
Основные задачи исследования – оценка вклада ландшафтов в биопотенциал региона в зависимости от рельефа местности, сочетания биоклиматических условий и своеобразия почвенно-растительного покрова.

* E-mail: sambuu@mail.ru

** E-mail: vvs187@mail.ru

Район исследования. Рельеф Тувы отличается большим разнообразием. Северная, южная и западная части Тувы заняты системой линейных хребтов и нагорий, разделенных межгорными и внутригорными впадинами в центральной и южной частях площади. На северо-западе расположены хребты Западного Саяна – Саянский, Хемчикский (по левобережью р. Енисей) и Куртушибинский, являющийся продолжением Западного Саяна на правобережье Енисея [1].

Хребты имеют общее северо-восточное направление, в целом отвечающее основному простираению складчатых структур этой системы. На западе в зоне сочленения Западного Саяна с Шапшальским хребтом расположено Алашское нагорье, глубоко расчлененное долинами рек Алаш, Ак-Суг и их притоков. На крайнем юго-западе выделяются хребты Чараш-Тайга, Цаган-Шибету и Монгун-Тайга, самые высокие горные сооружения в пределах Тувы. Местами они поднимаются выше современной снеговой границы. Южные хребты Тувы, Западный и Восточный Танну-Ола, имеют меньшие абсолютные отметки и относительно слабое расчленение по сравнению с хребтами Западного Саяна и Цаган-Шибету (см. рисунок).



Орографическая схема Тувы.

На востоке Тувы находятся хребты Пограничного Саяна: хребет академика Обручева, Каа-Хемское нагорье (в области бассейнов рек Бий-Хем и Каа-Хем) и южнее – нагорье Сангилен. Рельеф этой области характеризуется чередованием обособленных гольцовых и альпийских массивов с полого-волнистыми поверхностями средне- и низкогорных участков. Большая часть этих хребтов ограничивается крупными впадинами, наследующими

верхнепалеозойско-мезозойские структуры. Между горными системами Западного Саяна и Танну-Ола расположена вытянутая в широтном направлении система Тувинских впадин (Хемчикская, Кызылская, Чаа-Холь–Шагонарская, Элегестская), характеризующаяся холмисто-мелкосопочным рельефом с отдельными понижениями, занятыми мелкими солончатыми озерами. На юге республики частично заходит Убсунурская впадина, расположенная вдоль долины р. Тес-Хем и являющаяся частью обширной Котловины Больших Озер Монголии.

Климат Тувы отличается исключительно высокой континентальностью, обусловленной положением республики в центре Азии, значительной удаленностью от морей и океанов, близостью Азиатского антициклона и особенностями орографии. Климат Тувы является переходным от восточно-сибирского к центрально-азиатскому [2]; на его формирование оказывают влияние и соседние территории: с севера и северо-востока – таежная Восточная Сибирь, с юга и юго-востока – пустынно-степные районы Монголии, с запада – горно-таежный Алтай [3, 4].

Значительное простираение территории с запада на восток и с севера на юг вызывает изменение климата в пределах республики. С запада на восток увеличивается количество осадков, понижается температура воздуха. Основную роль в изменении климата по территории играет рельеф: на западе высокие горы Алтайской системы, Западный Саян, преграждая путь влажным воздушным массам, образуют так называемую “ветровую тень” – пространство, в котором нет условий для образования осадков. К востоку местность постепенно повышается, влажные воздушные массы, оставившие большую часть своей влаги на западных склонах Саянских и Алтайских гор, пройдя над сухими и сильно нагретыми котловинами, вновь задерживаются горами восточной части Тувы, где, охлаждаясь, образуют осадки, но уже в меньшем количестве.

В силу особенностей строения рельефа и вертикальной зональности местный климат обладает различными вариациями теплового и влажного режима в пределах одного и того же климатического пояса. Вследствие этого сходные климатические подрайоны могут повторяться на всей территории Тувы [5].

Материалы и методы исследования. Материалы для исследования по изучению продуктивности различных ландшафтов Тувы были собраны в течение 1998–2025 гг. Полевые исследования проводились преимущественно маршрутным методом.

Продуктивность отражает биологический потенциал экосистемы и характеризуется двумя параметрами – запасом фитомассы и чистой первичной продукцией (ЧПП), то есть количеством органического вещества, создаваемого зелеными растениями за единицу времени (месяц, год) на единице площади (m^2 , $га$) [6]. ЧПП складывается из надземной и подземной продукции.

Для оценки продуктивности различных ландшафтов Тувы отбирали надземную фитомассу сообществ, где на каждой пробной площадке случайным образом выделялось 5 квадратов размером 50×50 см, на которых на уровне почвы срезались: G – зеленая фитомасса (живая часть), D – ветошь

(пожелтевшие отмершие части растений, стоящие на корню), а с почвы собирали подстилку L , т.е. отмершие опавшие части растений, и $D+L$ – надземную мортмассу [7]. Вся надземная фитомасса высушивалась 24 ч при температуре 80°C и взвешивалась.

Для расчета запасов фитомассы и ЧПП различных экосистем Тувы использовали геоботанические карты, где показаны границы естественной растительности и обобщенные массивы антропогенных трансформатов [8–10]. На основе карт были оценены площади основных типов растительности для различных ландшафтов Тувы.

Для исследования провели структурирование по ландшафтным зонам, биомам и типам использования земель Тувы. В качестве ландшафтных зон выделены: тайга, лесостепь, степь, горные ландшафты и долины рек. Биомы определены по типу растительности и включают: леса, травяные экосистемы (степи, луга и травяные болота), высокогорные экосистемы (осыпи, скалы, несомкнутые группировки растительности, тундры). К типам использования земель относятся: агроценозы, сенокосы и пастбища, интенсивно эксплуатируемые леса, нарушенные земли – гари, вырубki, овраги, антропогенные агломераты – города, поселки, дороги и др.

Результаты исследований и их обсуждение. Общая площадь Тувы составляет 168,6 тыс. км². Как и в других районах гор Южной Сибири, на территории Тувы растительный покров подчиняется закономерностям высотной поясности с хорошо выраженными высокогорным, горнолесным и степным поясами [11].

Тува относится к старым сельскохозяйственным районам, поскольку еще в глубокой древности (с III в. до н.э.) ее территорию населяли скотоводческие племена, концентрирующиеся преимущественно в межгорных котловинах, долинах рек, наиболее благоприятных для развития как скотоводства, так и земледелия. На протяжении тысячелетий хозяйственное воздействие на растительный покров постепенно возрастало по двум основным направлениям: уничтожение коренной растительности путем изменения травостоя под воздействием выпаса и распашки. С 1940 г. замена природных экосистем в агроценозы приводит к изменению их продуктивности.

В процессе продуцирования биоты, количественным выражением которых является ЧПП, создается не только новая фитомасса, но и потребляется углекислый газ и выделяется кислород [12]. В связи с этим запасы фитомассы, мортмассы и величина продукции, оцененные для территории Тувы, характеризуют ее биопотенциал.

Горный облик республики определяет ее фитомассу и распределение последней между биомами. Высокогорные ландшафты, включающие горные тундры, ерники, несомкнутые группировки растений, составляют 23% территории республики. Все эти экосистемы имеют низкую фитомассу и продукцию. Их вклад в фитомассу составляет 3,5%, в мортмассу значительно больше – 16%, и в продукцию – 6%.

Основной по площади биом – леса, площади которых занимают 49% площади республики. Агроэкосистем меньше, чем травяных экосистем,

техногенные и селитебные ландшафты – на последнем месте, занимая всего 2% площади республики.

Лесная растительность Тувы приурочена к горным поднятиям и состоит в основном из лиственницы сибирской и кедра, которые занимают 47,1 и 44,7% лесной площади соответственно [13]. Общие запасы древесины оцениваются в 1090,85 млн m^3 , из них на долю лиственницы сибирской приходится 51,8%, а кедра – 43,1%. Лесные земли образуют 95% фитомассы и 72% мортмассы. В составе продукции доля лесов значительно меньше – всего 46%.

Травяными экосистемами заняты 20% территории республики – степями, лугами в межгорных котловинах, субальпийскими и альпийскими лугами в горах, где плотность фитомассы травяных экосистем достигает 4,1 $t/га$, что обусловлено высоким запасом живых подземных органов растений на лугах, настоящих степях и субальпийских лугах. Низкая плотность фитомассы связана с тем, что основной тип нераспаханных травяных экосистем в Туве – сухие и опустыненные степи, фитомасса которых значительно ниже фитомассы луговых степей. Высока плотность мортмассы травяных экосистем – 5,5 $t/га$, в связи с депонированием в почве большого количества мертвых неразложившихся корней и корневищ. Высока и продукция травяных экосистем, составляющая 48% ЧПП растительного покрова республики.

Очень мала площадь агроценозов (1,5%), что объясняет крайне низкий вклад данного биома в фитомассу и продукцию. Фитомассу агроценозов в основном формируют зерновые и кормовые культуры, технические культуры, овощи занимают небольшую площадь. Запасы мортмассы в 0,8 раза ниже запасов фитомассы. Низкие запасы фитомассы и продукции агроценозов определяются экстраконтинентальностью климата Тувы, легким гранулометрическим составом преобладающих каштановых почв, быстрым разложением растительных остатков, низкой величиной коэффициента гумификации, интенсивностью минерализации образованного гумуса.

Вклад лесов в мортмассу ниже, а травяных экосистем – выше, чем в фитомассу. Тува – горная лесная страна, в которой лес определяет потенциал воспроизводства биоты.

Заключение. Ландшафтные зоны Тувы отличаются по площади, климату и биомной структуре. Из 16860,4 тыс. $га$ общей площади республики лесная зона занимает 8278 тыс. $га$, лесостепная – 1355 тыс. $га$, степная – 3298 тыс. $га$ [9]. Поэтому они различаются по величинам фитомассы и продукции, также эти показатели не коррелируют с площадью зон.

Отсутствие прямой пропорциональной зависимости между площадью с одной стороны, фитомассой и ЧПП с другой стороны связано с различным биомным строением зон. Наибольшие запасы фитомассы в первую очередь определяются площадью лесов республики, которая покрыта коренными хвойными с лиственницей сибирской, кедром, сосной и елью (93,8%) и мелколиственными лесами, в которые мелкими пятнами вкраплены агроценозы и пастбища. Основной вид трансформации характеризуется небольшой площадью интенсивно эксплуатируемых насаждений, вырубок и гарей, а также занятых антропогенными агломератами – разработки полезных ископаемых, промышленные объекты, города, поселки, дороги и др.

Разные породы деревьев имеют различное время воспроизводства древесины: кедр – более 70 лет, лиственница – около 60, сосна – от 40 до 50, береза – от 20 до 40 лет в зависимости от условий произрастания [11]. Лиственничные и сосново-березовые леса и лесостепи Тувы воспроизводятся значительно быстрее.

Величина ЧПП также не связана с общей площадью зон и зависит от площади травяных экосистем, характеризующихся высокой продукцией среди существующих экосистем. Основными продуцентами являются травяные экосистемы, формирующие 48% ЧПП, вклад лесов достигает 46%, агроценозов – 1,5%, т.е. более 90% продукции почти в равных количествах создают лесной и травяной биомы [14]. Чем выше участие лесов в растительном покрове, тем выше фитомасса и длительнее время воспроизводства биоты, поэтому лесные ландшафты при их доминировании по площади создают половину продукции.

Высокая продукция травяных экосистем является причиной воспроизводства их фитомассы за один год и менее. Последнее означает, что за один год прирастает и отмирает больше фитомассы, чем ее содержится в среднем на единице площади. Время воспроизводства растянуто на весь вегетационный сезон: весной нарастают виды весенней вегетации, они сменяются видами летней вегетации, часть фитомассы которых отмирает во второй половине лета, осенью вегетируют позднелетние виды и отмирают раннелетние и летние. В результате количество выросшей за сезон фитомассы выше ее “стоящего на корню” количества в середине лета. Другая ситуация складывается в агроценозах: до уборки урожая, на момент которого оценивается фитомасса, часть листьев, целых растений, корней уже отмерло и не входит в фитомассу. Чем выше участие лесов в растительном покрове республики, тем выше фитомасса и длительнее время воспроизводства биоты, чем выше участие травяных экосистем, тем выше продукция и меньше время воспроизводства.

Поступила 04.06.2026

Получена с рецензии 18.06.2026

Утверждена 26.08.2026

ЛИТЕРАТУРА

1. Кушев С.Л. Рельеф. Природные условия Тувинской Автономной Области. *Тр. компл. эксп.* Москва, Изд-во АН СССР 3 (1957), 11–14.
2. Ефимцев Н.А. *Климатический очерк. Природные условия Тувинской автономной области.* Москва, Наука (1957), 46–65.
3. Севастьянов В.В., Самбуу А.Д., Маргарян В.Г. Современные изменения климата в горных странах: (на примере Алтае-Саянской горной страны и Кавказа). *Ученые записки Ереванского государственного университета. Геология и география* 59 (2025), 531–542.
<https://doi.org/10.46991/PYSUC.2025.59.2.531>

4. Севастьянов В.В., Маргарян В.Г. Поля температуры в нижней тропосфере над Кавказом. *Оптика атмосферы и океана* 37 (2024), 746–753.
<https://doi.org/10.15372/AOO20240904>
5. Севастьянов В.В., Самбуу А.Д. Современные климатические условия Алтае-Саянского экологического региона (на примере Тигирекского заповедника и Убсунурской котловины. *Тр. Тигирекского заповедника* 1 (2025), 85–86.
6. Титлянова А.А., Кудряшова С.Я. и др. *Воспроизводство фитобиоты и почвенного органического вещества. Природные ресурсы антропоферы: воспроизводство, стоимость, рента*. Москва, Янус-К (2002), 310–358.
7. Титлянова А.А. *Биологический круговорот углерода в травяных биогеоценозах*. Новосибирск, Наука (1977) 219.
8. Шретер А.И. Карта растительности Тувинской автономной области. Природные условия Тувинской автономной области. *Тр. Тувинской комплексной экспедиции*. Москва, Изд-во АН СССР 3 (1957), 190–191.
9. Куминова А.В., Седелников В.П. и др. *Растительный покров и естественные кормовые угодья Тувинской АССР*. Новосибирск, Наука. Сиб. отд. (1985), 254.
10. Соколов В.А. *Основы управления лесами Сибири*. Красноярск, изд-во СО РАН (1997), 308.
11. Самбуу А.Д. Титлянова А.А. *Сукцессии в травяных экосистемах*. Новосибирск, Изд-во СО РАН (2016), 191.
12. Базилевич Н.А. *Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии*. Москва, Наука (1993), 292.
13. Шактаржик К.О. *Лесные и земельные ресурсы Республики Тыва*. Кызыл, ТувИКОП СО РАН (2000), 47.
14. Базилевич Н.И., Титлянова А.А. *Биотический круговорот на пяти континентах: азот и зольные элементы в природных наземных экосистемах*. Новосибирск, Изд-во СО РАН (2008), 381.

Ա. Դ. ՍԱՄԲՈՒՆԻ, Վ. Վ. ՍԵՎԱՍՏՅԱՆՈՎ

ՏՈՒՎԱՅԻ ԼԱՆԴՇԱՖՏՆԵՐԻ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅՈՒՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ներկայացվում են Տյուվայի Հանրապետության բնական և մարդածին գյուղատնտեսական լանդշաֆտների կենսաբանական արտադրողականության երկարաժամկետ ուսումնասիրությունների արդյունքները: Կենսագանգվածի պաշարները և բուսականության արտադրությունը համարվում են լանդշաֆտի վիճակի կարևոր անբաժանելի բնութագիր և էկոհամակարգերի դինամիկայի՝ խոտածածկ էկոհամակարգերի, ագրոցենոզների և անտառային հատվածների կառավարման օպտիմալ լուծումների արդյունավետության տեղեկատվական ցուցիչ: Ցույց է տրվում, որ տարածաշրջանի տարածքի զարգացման կարճ ժամանակահատվածի և շրջակա միջավայրի աննշան փոխակերպման շնորհիվ լանդշաֆտների մեծ մասը պահպանում է իրենց արտադրողական ներուժը: Հաշվի առնելով տարածաշրջանի ավանդաբար անասնապահության վրա հիմնված տնտեսական զարգացումը, գյուղատնտեսական հողերի արտադրողականության օպտիմալացման զգալի ներուժ կա, որը որոշվում է լանդշաֆտների բնական բազմազանությամբ և կառավարման առաջնահերթությունների համապատասխան ընտրությամբ:

A. D. SAMBUU, V. V. SEVASTYANOV

PRODUCTIVITY OF TUVA LANDSCAPES

Summary

The results of long-term studies of biological productivity of natural and anthropogenic agricultural landscapes of the Republic of Tuva are presented. Phytomass reserves and vegetation products are considered as an important integral characteristic of the state of landscapes and an informative indicator of the effectiveness of optimal solutions in managing ecosystem dynamics – grass ecosystems, agrocenoses, forest fragments. It was revealed that forests form 95% of the phytomass, but only 46% of the production; grass ecosystems with an area of 20% create 48% of the production. It is shown that due to a short period of development of the region's territory and a slight transformation of the environment, most landscapes retain their productive potential. In the context of the traditionally livestock-based development of the region's economy, there is a significant reserve for optimizing the functioning of agricultural land, determined by the natural diversity of landscapes and the correct choice of farming priorities. The purpose of the study is to assess the reserves of phytomass and pure primary products of various landscapes of Tuva. The main objectives of the study are to assess the contribution of landscapes to the biopotential of the region, depending on the terrain, the combination of bioclimatic conditions and the uniqueness of the soil and vegetation cover.