
УДК 911.5 (470.621)
ББК 26.821 (2Рос.Ады)
Г 44

Гетманский М.Ю.

Программист центра интеллектуальных геоинформационных технологий Адыгейского государственного университета, Майкоп, тел. (8772) 59-39-44, e-mail: gic-info@yandex.ru

Оценка сбалансированности структуры землепользования в Адыгее для генерального планирования (Рецензирована)

Аннотация

Произведена комплексная оценка сбалансированности землепользования равнинной зоны Адыгеи. На примере Хакуринохабльского сельского поселения разработаны рекомендации по оптимизации структуры землепользования и реконструкции природного экологического каркаса. Предлагаемые мероприятия направлены на укрепление природного базиса поселения и повышение экологической устойчивости.

Ключевые слова: землепользование, нормализованный вегетационный индекс (NDVI), полевые полосы, природный экологический каркас, сбалансированность, связанность экологической сети.

Getmanskiy M.Yu.

Cartographic Engineer of the Center of Intellectual Geoinformation Technologies of the Adyghe State University, Maikop, ph. (8772) 59-39-44, e-mail: gic-info@yandex.ru

Assessment of a balance of the land-utilization structure in Adyghea for general planning

Abstract

This work gives the complex assessment of a balance of land-utilization in a plain zone of Adyghea. Recommendations are developed to optimize the land-utilization structure and to reconstruct a natural ecological framework using an example of the Khakurinokhablsky rural settlement. The proposed actions are aimed at strengthening the natural basis of the settlement and at increasing ecological stability.

Keywords: the land-utilization, the normalized vegetative index (NDVI), windbreak fields, natural ecological framework, balance, coherence of an ecological network.

Введение

Антропогенная трансформация ландшафтов в староосвоенных сельскохозяйственных производственных регионах имеет многообразные неблагоприятные последствия для жизни и деятельности человека. В России ландшафты степи и лесостепи испытывают самую большую антропогенную нагрузку. Здесь сосредоточены более 70% пашни и значительные площади черноземов. Современным степи и лесостепи присущи такие проблемы, как снижение плодородия почв, иссушение, сокращение биоразнообразия и др. Нерациональное и интенсивное земледелие, разрушение естественных биотопонимов степи привели к экологическому кризису в степной зоне.

Задачи исследования – разработать комплекс мероприятий в системе генерального планирования, обеспечивающих сбалансированную структуру землепользования для достижения экологического равновесия и продуктивного использования земель в лесостепной зоне Адыгеи.

Основная часть

Равнинные административные районы Адыгеи являются традиционно аграрными. На равнине республики сочетаются лучшие условия рельефа, хорошее увлажнение, высокая обеспеченность теплом и плодородные почвы. Эта часть республики представле-

на плоской, слабонаклонной на северо-западные румбы низменно-аккумулятивной Закубанской равниной, расчлененной меридионально ориентированными долинами малых рек и речушек. С востока и севера равнина ограничена долинами рек Лаба и Кубань. По долинам рек и на их древних террасах развиты разновидности луговых почв, на водоразделах представлены мощные предкавказские черноземы. Агрохимическое обследование за два десятилетия сельскохозяйственных земель по административным районам республики на репрезентативных участках, соответствующих разным типам почв, отражают преимущественное уменьшение их плодородия (рис. 1). Основными почворазрушительными факторами, способствующими изменению структуры почвенного покрова в республике, называют эрозию, машинное уплотнение и разрушение структуры, развитие мочковатости, подкисление (местами подщелачивание), засоление и осолонцевание.

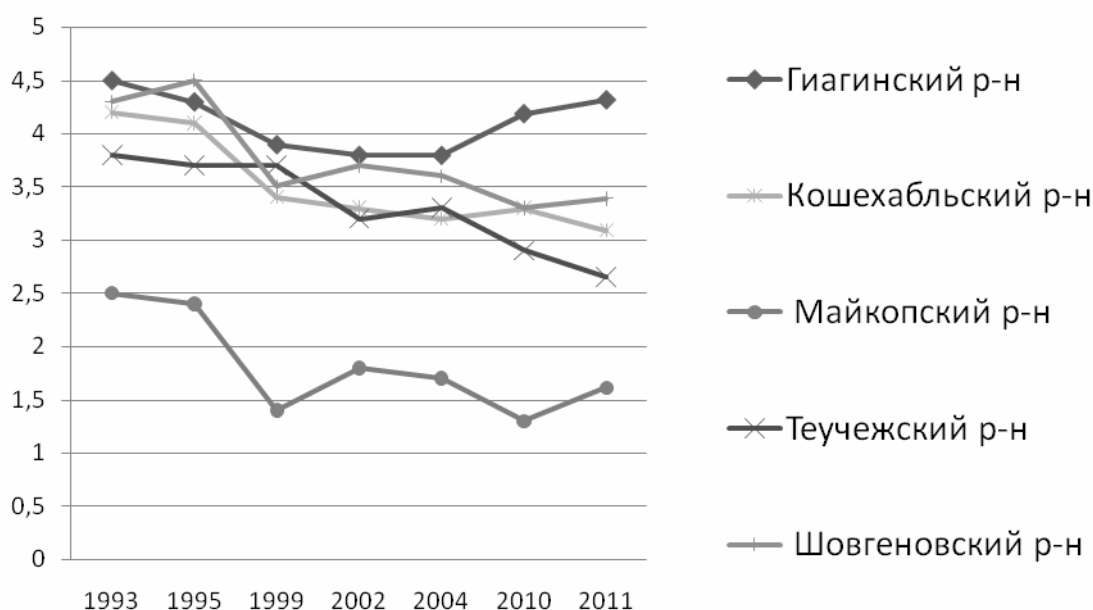


Рис. 1. Динамика изменения содержания гумуса, %

Так, ветровой эрозии подвержено 71% площади сельхозугодий. Из них дефлировано в слабой и средней степени 33%. Сильно дефлированные земли встречаются пока отдельными участками в так называемых «ветровых коридорах», и их площадь не превышает 5% сельхозугодий. Только за период с 1980 по 1990 годы в два раза увеличились площади, подверженные дефляции, в 1,25 раза – эродированные земли, более чем в два раза возросли площади подкисленных почв, а площади переувлажненных и уплотненных почв возросли более чем в шесть раз [1, 2].

Повсеместно наблюдаемые процессы деградации почвенного покрова сельскохозяйственных земель связывают не только с интенсивным сельскохозяйственным использованием и не соблюдением агротехники, но и с разрушением системы природного ландшафта, обеспечивающего самовоспроизводство ценных для человека качеств природной среды. Десятилетия интенсивного сельскохозяйственного производства оказало губительное воздействие на ландшафты и биоценозы. Степные и лесостепные сообщества Северо-Кавказской геоботанической провинции разрушены, флора Азово-Кубанской подпровинции и северной части Кубанской подпровинции обеднена, ее элементы входят теперь в состав сельскохозяйственных и рудеральных сообществ. По долинам рек и речушек местами сохранились ленточные леса. Произошло значительное

увеличение доли сельскохозяйственных земель при сокращении природных и полуприродных территорий. В настоящее время в структуре землепользования равнины нарушено рекомендуемое для степной зоны сбалансированное соотношение площади пашни и природных/полуприродных территориальных комплексов (табл. 1).

Таблица 1

Оценочные критерии доли пашни в структуре землепользования

	Сельскохозяйственные угодья от площади района, %	Пашня от площади района, %		
		доля	предельно* допустимые значения	оптимальные значения*
Тахтамукайский	59	45	до 60	40-45
Теучежский	57	39		
Красногвардейский	62	48		
Гиагинский	89	79		
Шовгеновский	85	67		
Кошехабльский	82	61		

Примечание: * – Докучаев В.В., 1952.

Изменения в структуре землепользования в Адыгее, как и в других регионах, оказало негативное влияние на состояние природной экологической сети и, следовательно, на сбалансированность и устойчивость земель, вовлеченных в сельскохозяйственное производство. Поэтому к одной из основных задач генерального планирования относится проектирование мероприятий, обеспечивающих сбалансированное землепользование при сохранении функциональной целостности природного ландшафта.

Для достижения целей планирования устойчивого землепользования произведена комплексная оценка сбалансированности землепользования равнинной зоны Адыгеи. В основу оценки легли два интегральных показателя: коэффициент экологической стабильности территории и коэффициент антропогенной нагрузки [1, 3].

Коэффициент экологической стабильности, рассчитывается с учетом экологических свойств угодий и морфологических особенностей рельефа:

$$K_{эс} = \frac{\sum K_i P_i}{\sum P_i} K_p,$$

где K_i – коэффициент экологической стабильности i -го угодья (табл. 2); P_i – площадь i -го угодья; K_p – коэффициент морфологической стабильности рельефа ($K_p=1,0$ для стабильных территорий и $K_p=0,7$ для нестабильных территорий).

Коэффициент антропогенной нагрузки, показывающий насколько велика нарушенность ландшафтов, определяется по формуле:

$$K_{ан} = \frac{\sum PB}{\sum P},$$

где P – площадь земель с антропогенной нагрузкой, га; B – балл, антропогенная нагрузка. Предлагается следующая градация: при $K_{ан}$ менее 3,0 – антропогенная нагрузка относительно низкая; при $K_{ан}=3,1-3,5$ – умеренная; при $K_{ан}$ более 3,6 – высокая.

Таблица 2

Рекомендуемые оценочные ранги экологических свойств
земельных угодий (по Волкову, 2001)

Название угодий	Коэффициент экологической стабильности K	Балл для оценки степени антропогенной нагрузки B
Леса и древесно-кустарниковая растительность	1,0	1
Болота	0,79	1
Водные объекты	0,79	2
Сенокосы	0,62	3
Пастбища	0,68	3
Пашня	0,14	4
Фруктовые сады	0,43	4
Застроенная территория и дороги	0,0	5

Оценка сбалансированности структуры землепользования равниной Адыгеи позволила ранжировать земельные угодья муниципальных образований по степени их экологической устойчивости (табл. 3). Наиболее неблагоприятная ситуация складывается в Гиагинском, Шовгеновском и Красногвардейском районах, доля пашни в которых превышает предельно допустимые значения. В Теучежском, Кошехабльском и Тахтамукайском районах, в соответствии с рекомендуемой оценочной шкалой, ситуация не столь напряженная, но все же относится к экологически неустойчивой. Особенностью структуры землепользования в Тахтамукайском, Теучежском и Красногвардейском районах является наличие в них оросительной системы рисовых чеков, которая была создана в 60-70-х годах и функционировала в постоянном режиме до 90-х годов. В постперестроечное время оросительные системы длительное время не использовались. В настоящее время функционирует около 50% площади рисовых чеков, на остальных ведутся восстановительные работы. Известно, что рисосеяние характеризуется максимально высокой нагрузкой на природные ландшафты в первую очередь за счет пестицидного загрязнения, но в принятой нами системе экологического ранжирования этот вид землепользования не учтен, что потребует дополнительного исследования его ранговой принадлежности.

Таблица 3

Оценка сбалансированности равнинной части Республики Адыгея

Административные районы	Экологическая стабильность	Антропогенная нагрузка
	$K_{эс}$	$K_{ан}$
Экологически несбалансированная		
Гиагинский	0,20	3,88
Шовгеновский	0,23	3,77
Красногвардейский	0,32	3,38
Неустойчиво сбалансированная		
Теучежский	0,34	3,04
Кошехабльский	0,35	3,47
Тахтамукайский	0,43	3,39

Результаты общей оценки показали, что структура землепользования всех районов равнины не является сбалансированной и требует оптимизации соотношения сельскохозяйственных угодий и природных территорий.

На примере Хакуринохабльского сельского поселения нами предлагается комплекс мер, позволяющих обеспечить оптимальное соотношение составляющих структуры землепользования.

Оценка степени сбалансированности землепользования в поселении показала не соответствие оптимальным и предельно допустимым значениям доли пастбищ, сенокосов и лесных полос (табл. 4).

Таблица 4

Оценка степени сбалансированности землепользования
в Хакуринохабльском сельском поселении

Название угодий	Доля от общей площади поселения, %	Рекомендуемые, %	
		предельно допустимые значения	оптимальные значения
Селитебные территории	6	10	1-3
Лесные участки	16	10-15	15-20
Пашня	56	до 60	40-45
Пастбища, сенокосы от сельскохозяйственных угодий	17	35	40
Лесополосы от пашни	1	4-5	7-10

На основе анализа особенностей рельефа и почвенно-климатических условий на территории поселения выделено около 700 гектаров земель, подверженных заболачиванию и подтоплению. Эти земли после проведения соответствующих мелиоративных мероприятий могут быть отведены под пастбища и сенокосы, что приведет к возрастанию их доли от площади поселения до рекомендуемых 35-40% (рис. 2).

Необходимо отметить, что для обеспечения функциональной целостности территории недостаточно мероприятий, связанных с достижением оптимального соотношения по видам использования земель. Необходимо уделить особое внимание состоянию и связанности звеньев природного экологического каркаса. Связанность является важным качеством экосистемы ландшафта, обеспечивая непрерывность круговоротов веществ, переноса растений, миграции животных. Тем самым связанность поддерживает устойчивость функционирования и самовоспроизводство сохранившихся природных экосистем. Оценка степени связанности сети природного экологического каркаса произведена на примере Хакуринохабльского сельского поселения с помощью гамма и альфа индексов, используемых в ландшафтной экологии.

Гамма индекс связанности (Y) вычисляется как отношение числа связей в сети (N) к максимуму возможного числа связей данной сети (N_{\max}):

$$Y = \frac{N}{N_{\max}} = \frac{N}{3(V-2)}.$$

Гамма-индекс связанности варьирует от 0, когда все узлы изолированы, до 1, когда узлы соединены.

Альфа индекс (A) представляет меру контурности сети, в которой контуры соединяют узлы между собою:

$$A = \frac{N-V+1}{2V-5}.$$

Если альфа индекс близок к нулю, это означает, что животные не имеют выбора пути [4].

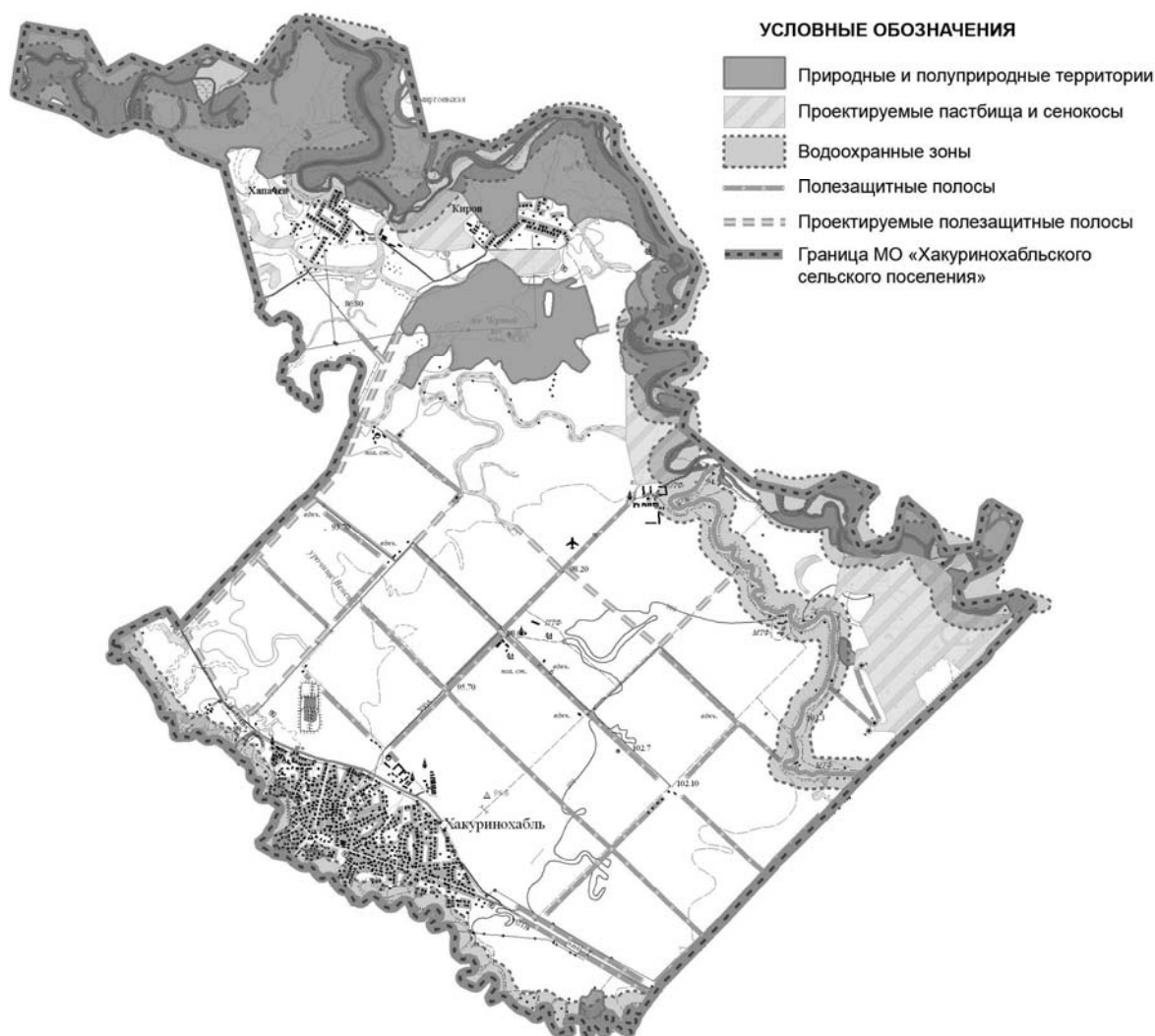


Рис. 2. Природный экологический каркас Хакуринохабльского сельского поселения

Анализ существующей сети природных и полуприродных звеньев территорий по величине гамма и альфа индексов показал, что узлы их устойчивости являются практически изолированными, а контуры сети не могут обеспечить альтернативных путей для перемещения растений и животных (табл. 5).

Таблица 5

Связанность природной экологической сети Хакуринохабльского поселения

Экологическая сеть	Показатели связанности	
	гамма индекс	альфа индекс
Существующая	0,33	0,0
Рекомендуемая	0,46	0,18

Современная экологическая сеть Хакуринохабльского поселения представлена двумя природными изолированными осями: главной осью, проходящей по реке Лабе, и расположенной параллельно второстепенной – по реке Фарс. По долинам этих рек

сформировались интразональные ландшафты на современных песчано-галечниковых отложениях и аллювиально-луговых почвах с частично сохранившимися ленточными широколиственными лесами. Разделяющие их семигумидные ландшафты водоразделов на верхнечетвертичных галечниковых отложениях с аллювиально-луговыми почвами и ландшафты аккумулятивных и аккумулятивно-денудационных террасированных равнин на верхнечетвертичных песчано-глинистых отложениях практически потеряли свою естественную растительность, представленную в настоящее время полями севооборотов и рудеральными сообществами [5]. Более половины площади территории поселения вследствие этого не только выпадает из сети природного экологического каркаса, но и препятствует обеспечению его связанности и целостности. Система полевых защитных полос, расположенная на водораздельном пространстве, практически изолирована от главных природных осей, вследствие чего положительное ее влияние в поддержании сети экологического каркаса поселения ослаблено. При этом в условиях высокой антропогенной нагрузки ландшафтов особую важность в функционировании природного экологического каркаса приобретают полевые защитные лесные полосы.

Оптимально спроектированные лесомелиоративные насаждения хорошо защищают почву от эрозии, повышают влажность полей, ослабляют вредное влияние засух, суховеев и пыльных бурь. Урожайность сельскохозяйственных культур и валовой сбор зерна и других продуктов на полях, защищенных лесными полосами, выше не только в годы засух, но и в благоприятные годы. Они надежно защищают сельскохозяйственные территории от разрушения смывом и размывом [6, 7]. Важно также то, что лесомелиоративные насаждения позволяют обеспечить связанность всех звеньев экологического каркаса и тем самым поддерживают целостное функционирование природных ландшафтов территории. Защищая сельскохозяйственные поля, лесомелиоративные насаждения сами нуждаются в защите и уходе. За двадцать лет бесхозного существования состояние и соответственно защитные возможности полевых защитных полос на порядок ухудшились. Были поставлены задачи инвентаризации сети лесополос Хакуринохабльского сельского поселения с помощью космоснимков высокого разрешения и разработки предложений по проектированию их недостающих звеньев, обеспечивающих высокий уровень связанности элементов природного экологического каркаса.

Для определения состояния лесомелиоративных насаждений на территории Хакуринохабльского поселения произведена их инвентаризация по мультиспектральному снимку высокого разрешения Rapideye (5 м). К показателям инвентаризации по каждому сегменту лесополос отнесены: координаты, ширина (м), соотношение участков удовлетворительного и неудовлетворительного состояния, соответствие расположения лесополос рекомендациям агролесомелиорации.

Актуализация по космоснимку сети лесополос относительно топографической карты 1983 года составления показала сокращение общей длины защитных полос поселения на 21%. Отмечено несоответствие размещения полевых защитных полос поселения рекомендациями агролесомелиорации. На лугово-черноземных почвах Хакуринохабльского поселения расстояние между основными сегментами лесополос должно составлять 500 м. В существующей системе полевых защитных полос расстояние между их основными сегментами составляет 1100-1200 м, а между вспомогательными – до 1600 м. Состояние растительности полевых защитных полос поселения определялось с помощью нормализованного вегетационного индекса *NDVI*, расчет которого производился в программном комплексе *Envi*. Этот индекс является одним из самых распространенных и используемых индексов для количественной оценки состояния растительного покрова. Он вычисляется по спутниковым снимкам, снятым в отраженном ближнем инфракрасном спектре и красном, по следующей формуле:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED},$$

где *NIR* – отражение в ближней инфракрасной области спектра, *RED* – отражение в красной области спектра.

В красной области спектра (0,6-0,7 мкм) лежит максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом высших сосудистых растений, а в инфракрасной области (0,7-1,0 мкм) находится область максимального отражения клеточных структур листа. Растительность с хорошо развитой биомассой обладает высокой фотосинтетической активностью, что ведет к меньшему отражению в красной области спектра и большему в инфракрасной. Таким образом, величина *NDVI* характеризует общую биомассу растений [8].

По значению *NDVI* оценка ранжировалась по принятым критериям (табл. 6) [9-11]. В соответствии с принятыми критериями оценки около 20% растительности полевых защитных полос поселения находятся в очень плохом состоянии.

Таблица 6

Оценка по *NDVI* состояния растительности полевых защитных полос Хакуринохабльского сельского поселения

Значение индекса <i>NDVI</i>	Состояние растительности	Площадь (м ²)	
		м ²	%
0,1-0,2	разреженное	5150	0,6
0,2-0,3	угнетенное	35125	3,9
0,3-0,4	очень плохое	126247	14
0,4-0,5	удовлетворительное	179246	19,9
0,5-0,7	хорошее	527269	58,6
0,7-0,8	очень хорошее	26074	3
		899111	100%

Таким образом, современная система лесополос поселения нуждается в реконструкции. Необходимо увеличить количество лесополос, доведя долю их площади от пашни с 1 до 4-7%. На имеющихся лесополосах произвести лесовосстановительные работы, предусматривающие обеспечение связанности с помощью лесополос всех сохранившихся звеньев природного экологического каркаса.

Заключение

Предлагаемые мероприятия по достижению сбалансированности структуры землепользования и реконструкции природного экологического каркаса рекомендуется включать в систему генерального планирования территорий. Внедрение разработанных мероприятий послужит созданию оптимального природного базиса для успешной реализации технологий восстановления плодородия почв и повышения их устойчивости, развития экологичного сельского хозяйства, применения технологий высокоточного земледелия, поддержания хорошего качества природной среды.

Примечания:

1. Доклад об экологической ситуации в Республике Адыгея за 2011 год. URL: <http://www.adygheya.ru/government/commit/resurs/doklad/index.shtml> (дата обращения 05.03.2013).

References:

1. Report on the environmental situation in the Republic of Adygheya in 2011. URL: <http://www.adygheya.ru/government/commit/resurs/doklad/index.shtml> (date of circulation: 05.03.2013).

-
2. Докучаев В.В. Сочинения. Т. VI. Преобразование природы степей. Работы по исследованию почв и оценке земель. Учение о зональности и классификация почв (1888-1900). М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1951. 596 с.
 3. Волков С.Н. Землеустройство. Землеустроительное проектирование. Внутрихозяйственное землеустройство. М.: Колос, 2001. Т. 2. 648 с.
 4. Виноградов Б.В. Основы ландшафтной экологии. М.: ГЕОС, 1998. С. 126-128.
 5. Хунагов Р.Д., Кочуров Б.И., Варшанина Т.П. Некоторые аспекты технологии географической диагностики территории. Майкоп: Изд-во АГУ, 2007. С. 207-212.
 6. Парамонов Е.Г., Симоненко А.П. Основы агролесомелиорации: учеб. пособие. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2007. 224 с.
 7. Черемисин А.Ю., Спахова А.С. Агролесомелиорация: учеб. пособие. Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2004. 176 с.
 8. Технология комплексной оценки фитомассы сельскохозяйственных культур по данным дистанционного зондирования Земли / Н.А. Калинин, С.В. Пьянков, Е.М. Свиязов, А.А. Смирнова // Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле. 2010. Вып. 4. С. 11-18.
 9. Евтюшкин А.В. Методы оценки состояния почвенно-растительного и снежного покрова с применением космических и сканерных изображений: дис. ... канд. физ.-мат. наук. Барнаул, 1997. 22 с.
 10. Изображения Земли из космоса: примеры применения. М.: СКАНЭКС, 2005. 100 с.
 11. Книзхников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований. М.: Академия, 2004. 336 с.
 2. Dokuchaev V.V. Works. Vol. VI. Transformation of the nature of steppes. Work on the study of soils and land evaluation. The doctrine of zoning and soil classification (1888-1900). M.; L.: Publishing house of the USSR AS, 1951. 596 pp.
 3. Volkov S.N. Land Management. Land management planning. Farm land management. M.: Kolos, 2001. Vol. 2. 648 pp.
 4. Vinogradov B.V. Basics of Landscape Ecology. M.: GEOS, 1998. P. 126-128.
 5. Khunagov R.D., Kochurov B.I., Varshanina T.P. Some aspects of the technology of geographic territory diagnosis. Maikop: ASU publishing house, 2007. P. 207-212.
 6. Paramonov E.G., Simonenko A.P. Fundamentals of agrosilviculture: a manual. Barnaul: ASAU publishing house, 2007. 224 pp.
 7. Cheremisinov A.Yu., Spakhova A.S. Agrosilviculture: a manual. Voronezh: FGOU VPO VGAU, 2004. 176 pp.
 8. Technology of integrated assessment of phytomass of crops according to remote sensing of the Earth / N.A. Kalinin, S.V. Pyankov, E.M. Sviyazov, A.A. Smirnova // Bulletin of Udmurt University. Biology. 2010. Iss. 4. P. 11-18.
 9. Evtuyushkin A.V. Methods of state value of soil-vegetable and snow cover using satellite and scanner images: Dis. for the Cand. of Phys. and Mathem. Sciences. Barnaul, 1997. 22 pp.
 10. Images of the Earth from space: application examples. M.: SKANEKS, 2005. 100 pp.
 11. Knizhnikov Yu.F., Kravtsova V.I., Tutubalina O.V. Aerospace methods of geographic research. M.: Academiya, 2004. 336 pp.