

имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: kvitka.ly@mail.ru.

*Тихонова Елена Николаевна* – доцент кафедры ландшафтной архитектуры и почвоведения, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», кандидат биологических наук, доцент, г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: tichonova-9@mail.ru.

*Хазова Екатерина Петровна* – доцент кафедры ландшафтной архитектуры и почвоведения, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», кандидат биологических наук, г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: hazovaep@gmail.com.

### Information about authors

*Demidenkova Lyubov Alexandrovna* – master student of the Department of Landscape Architecture and Soil Science, Federal State Budget Education Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, Russian Federation; e-mail: kvitka.ly@mail.ru.

*Tikhonova Elena Nikolaevna* – Associate Professor of Landscape Architecture and Soil Science department, Federal State Budget Education Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Ph.D. in Biology, Associate Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: tichonova-9@mail.ru.

*Khazova Ekaterina Petrovna* – Associate Professor of Landscape Architecture and Soil Science department, Federal State Budget Education Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Ph.D. in Biology, Voronezh, Russian Federation; e-mail: hazovaep@gmail.com.

DOI: 10.12737/11261

УДК 521: 631.11

### ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

**Б. Ж. Есмагулова<sup>1</sup>**

кандидат сельскохозяйственных наук **О. Ю. Кошелева<sup>1</sup>**

кандидат сельскохозяйственных наук **К. Б. Мушаева<sup>1</sup>**

1 – ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский агролесомелиоративный институт», г. Волгоград, Российская Федерация

В статье представлены результаты экологической оценки земель Западного Казахстана, проведенной методом дешифрирования космических снимков высокого разрешения. В качестве объекта исследования взят Бокейординский район Западно-Казахстанской области. Дешифрирование проводилось по космическому снимку QuickBird 2013 года масштаба 1:50 000. Применение космического снимка позволило определить границы основных категорий

сельскохозяйственных земель (пашня, пастбища, песчаные массивы и т.д.), установить расположение населенных пунктов, объектов транспортной инфраструктуры, а также выявить основные элементы гидрографической сети (реки, озера, лиманы, соры) и мезорельефа (песчаные бугры, межбугровые понижения и т.д.). Было установлено, что 48,4 % территории Бокейординского района занято сельскохозяйственными угодьями, 40,7 % – песчаными массивами, 10,8 % земель района представляют собой различные отрицательные мезоформы рельефа – солончаковые депрессии, лиманы, горько-соленые озера. Полученные данные о земельных угодьях позволили провести оценку экологического состояния территории по коэффициенту антропогенной нагрузки, который для земель Бокейординского района составляет 3,3 балла, что соответствует экологическому кризису. Сложившаяся кризисная ситуация обусловлена перевыпасом и распашкой целинных земель и характеризуется сильным снижением продуктивности и потерей устойчивости. Предполагается выборочное хозяйственное использование и планирование глубокого улучшения земель. Установлена острая необходимость выполнения широкомасштабных пескозакрепительных работ, восстановления деградированных пастбищ и перевода малопродуктивных земель в адаптивные лесоаграрные ландшафты. Представлены данные об объемах лесомелиоративных работ по закреплению подвижных песков, проводимых в Бокейординском районе в период с 2011 по 2013 гг. Рекомендуется организация экологического мониторинга с применением данных дистанционного зондирования, которая позволит своевременно выявлять территорий, подвергающиеся процессам деградации, и принимать соответствующие меры по ликвидации очагов опустынивания на начальной стадии.

**Ключевые слова:** опустынивание, дешифрирование, космические снимки, Урдинские пески, Рын-пески, лесомелиорация песков.

### REMOTE MONITORING OF LAND IN WESTERN KAZAKHSTAN

**B. Zh. Esmagulova**<sup>1</sup>

PhD in Agriculture **O. Y. Kosheleva**<sup>1</sup>

PhD in Agriculture **K. B. Mushaeva**<sup>1</sup>

1 – FSBNU "All-Russian Research Institute of Agroforestry", Volgograd, Russian Federation

#### Abstract

The article presents the results of the environmental assessment of land in Western Kazakhstan, held by decoding high resolution satellite images. The object of investigation is Bokey Orda District of West Kazakhstan region. Decryption is performed by space images QuickBird 2013 1:50 000. Application of space images helped to define the boundaries of the main categories of agricultural land (arable land, grassland, sandy tracts, etc.), set the location of settlements, transport infrastructure, as well as to identify the main elements of the hydrographic network (rivers, lakes, estuaries, sors) and mesorelief (sandy hillocks, hill reduction, etc.). It was found that 48.4 % of the Bokey Orda District territory is occupied by agricultural land, 40.7 % - sandy massifs, 10.8 %

of the land area are various negative mesorelief – saline depression, estuaries, bitter-salty lakes. The data on land grounds allowed assessing the ecological status of the territory at a rate of anthropogenic stress that for lands of Bokey Orda District is 3.3 points, which corresponds to the ecological crisis. The current crisis situation is caused by overgrazing and plowing of virgin lands and is characterized by strong decrease in productivity and loss of stability. Selective economic use and planning of deep land improvement is suggested. An acute need to implement large-scale sand-control works, restoration of degraded pastures and unproductive lands transfer in adaptive forest agricultural landscapes is established. The data on volumes of forest reclamation works to secure the shifting sands, held in Bokey Orda District in the period from 2011 to 2013, are presented. It is recommended to organize of environmental monitoring using remote sensing data, which will allow timely identification of areas, subjected to degradation processes, and to take appropriate measures to eliminate pockets of desertification in the initial stage.

**Keywords:** desertification, deciphering, satellite images, Urda sands, Ryn Desert, forest melioration of sands.

*Введение.* Западный Казахстан, приуроченный к Прикаспийской низменности, расположен в зоне, где степь сменяется полупустыней и пустыней. Уязвимость всех компонентов природной среды перед антропогенными нагрузками в аридных экосистемах Западного Казахстана выразилась в масштабном опустынивании земель, яркими проявлениями которого являются деградация растительного покрова, водная и ветровая эрозия, засоление и дегумификация почв, техногенное нарушение земель и т.д. Решение проблемы опустынивания напрямую зависит от организации экологического мониторинга и в этом огромную роль может сыграть применение данных дистанционного зондирования Земли. Космические снимки высокого разрешения позволяют получать информацию об обширных, труднодоступных и удаленных территориях в масштабе реального времени, дают возможность повторной регистрации состояния природных комплексов через определенные промежутки времени, что особенно важно для установле-

ния динамики природных процессов и ресурсов, а также сокращают сроки и затраты на проведение научно-исследовательских работ [5, 6, 7].

В качестве объекта дистанционного мониторинга нами был выбран Бокейординский район, расположенный на юго-востоке Западно-Казахстанской области.

Цель исследования – проведение оценки экологического состояния земель Бокейординского района на основе данных дистанционного мониторинга.

*Объект исследования.* Бокейординский район расположен в Западно-Казахстанской области республики Казахстан и занимает площадь около 19,2 тыс. км<sup>2</sup>. Административным центром района является село Сайхин. На западе район граничит с Российской Федерацией, на востоке – с Жангалинским районом, на севере – с Казталовским и Жаныбекским районами Западно-Казахстанской области, а на юге – с Атырауской областью Казахстана.

Бокейординский район целиком рас-

положен в пределах Прикаспийской низменности, которая представляет собой морскую аккумулятивную равнину, сформированную позднечетвертными трансгрессиями Каспийского моря-озера.

Бокейординский район лежит на границе двух природных зон – полупустынной и пустынной. Расположение района вдали от морей и океанов, а также непосредственная близость центральных частей самого обширного материка – Евразии, определяют формирование здесь резко континентального климата. Континентальность проявляется в резких температурных контрастах дня и ночи, зимы и лета, в быстром переходе от зимы к лету, засушливости и обилии солнечной радиации. Самым теплым месяцем является июль, температура которого, в среднем, составляет +25,4 °С, а самым холодным январь (- 14 °С). Самыми жаркими местами в районе являются Урдинские пески, где среднегодовая продолжительность температур воздуха + 30 °С составляет свыше 300 часов в год. Среднегодовое количество осадков составляет 250-300 мм [1, 8].

На территории Бокейординского района расположены крупные массивы аллювиальных песков – Урдинский песчаный массив и северо-западная часть Рын-песков. Земли Урдинского песчаного массива представляют собой чередование возвышенных лент песков (нарынов) с долинообразными понижениями (ашиками). Нарыны (прирусловые аккумуляции песка шириной и протяженностью от 1-5 до нескольких десятков километров) вследствие неоднократной эоловой переработки аллювия и зарастания имеют бугристый рельеф. Амплитуда отметок поверхности иногда достигает 20 м, но обычно в среднем

она не превышает 5-8 м. Ашики – древние ложбины стока (шириной до 10-12 км) имеют полого-вогнутую равнинно-волнистую поверхность нередко с перевейными участками в виде всхолмлений мелкобугристых песков [8]. Пески имеют значительные запасы пресных (до 0,5 г/л) грунтовых вод, которые накапливаются в основном за счет фильтрации атмосферных осадков и частично поступают с северных, прилегающих к Прикаспийской низменности повышенных плато. Разгрузка грунтовых вод происходит в обширной впадине Соленые грязи (Хаки) площадью более 1,1 тыс. км<sup>2</sup>, где они испаряются, образуя огромный солончак. Вокруг впадины Соленых Грязей наблюдаются самые низкие отметки высот, от - 6 до - 8 м, а в центре этой впадины отметки высот достигают - 11 м [4, 5].

В северо-восточной части Бокейординского района в его границы попадает Горьковско-Соровая депрессия, связанная с деятельностью древней реки Горькой. Это понижение характеризуется чередованием глубоких соровых впадин и разной высоты пологих повышений, образованных соляным структурогенезом. Соровые понижения, наиболее крупным из которых является озеро Аралсор, имеют разнообразную величину и очертания, от округлых до лопастных [4, 5].

*Методика исследования.* В качестве основного метода исследования структуры землепользования Бокейординского района выступало камеральное дешифрирование космического снимка QuickBird масштаба 1: 50 000 по общепринятым методикам [6, 7]. На цветном космическом снимке основными дешифровочными признаками являются цвет и рисунок изображения, а также форма объ-

ектов. Применение космического снимка указанного масштаба позволяет решать следующие задачи: определять границы основных категорий сельскохозяйственных земель (пашня, пастбища, песчаные массивы и т.д.), устанавливать расположение населенных пунктов и объектов транспортной инфраструктуры, а также основных элементов гидрографической сети (реки, озера, лиманы, соры) и мезорельефа (песчаные бугры, межбугровые понижения и т.д.).

Из антропогенных объектов на космоснимке хорошо различимы населенные пункты. Дороги на цветном космоснимке отображаются светлыми тонкими линиями: с покрытием – более четкие, яркие и широкие, чем грунтовые и полевые дороги. По упорядоченной сети прямоугольников различного цвета распознаются поля севооборотов. На песчаных массивах, которые используются, в основном, в качестве пастбищ, прямоугольники полей севооборотов отсутствуют. Пастбищные угодья в пределах пологоволнистой супесчаной равнины дешифрируются по ровному тону изображения без ясного рисунка. На них четко выделяются древние и современные очаги дефляции, как правило, конической формы, которые возникают вследствие постоянного разбивания скопом песков вокруг колодцев.

Из природных объектов на космоснимке хорошо различимы озера, различные депрессии (лиманы на космическом снимке отображаются темным цветом, соры – ярко-белым) и песчаные массивы.

*Результаты исследования.* В ходе камерального дешифрирования космического снимка была составлена карта Бокейордин-

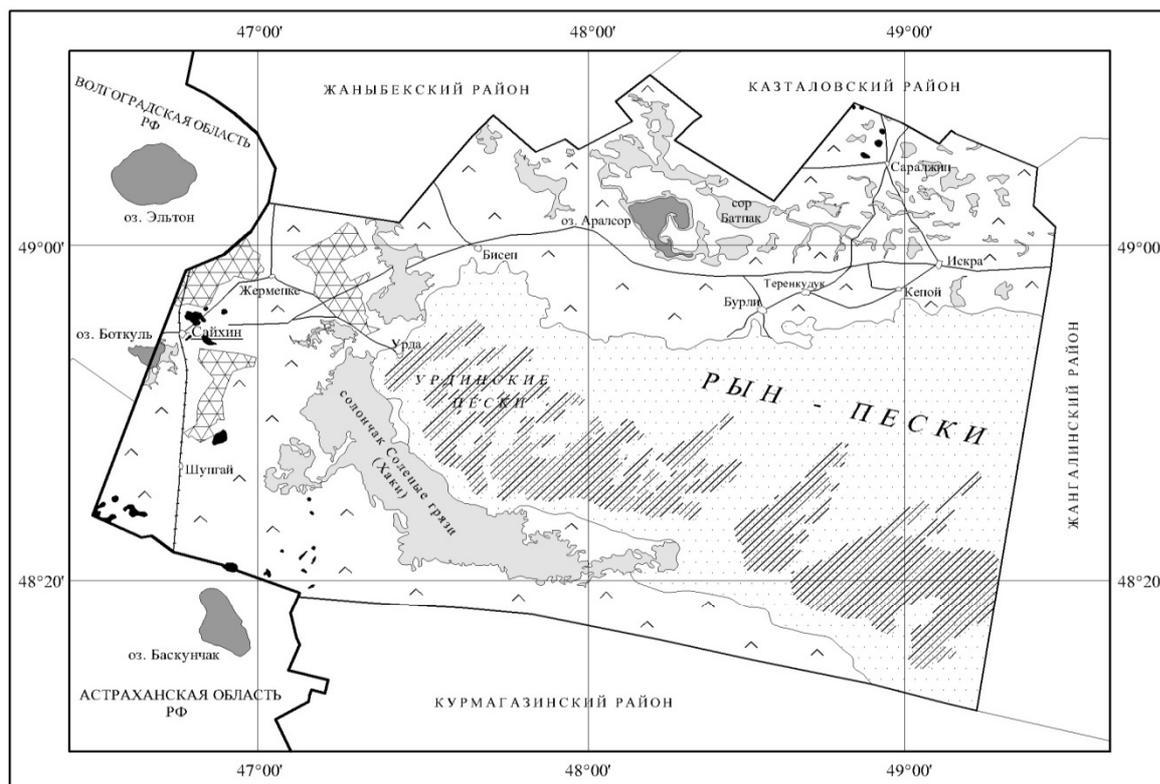
ского района, отражающая основные категории земель, встречающиеся на данной территории (рис. 1). В результате было установлено, что около половины территории Бокейординского района (48,4%) занята сельскохозяйственными угодьями, другая (40,7%) – песчаными массивами, 10,8 % земель района представляют собой различные отрицательные мезоформы рельефа – солончаковые депрессии, лиманы, горько-соленые озера и лишь 0,1 % территории занимают населенные пункты и транспортные объекты (таблица).

Таблица

Структура землепользования в Бокейординском районе Западно-Казахстанской области (по результатам дешифрирования космоснимка QuickBird 2013 года)

Угодье	Площадь	
	км <sup>2</sup>	% от общей площади
Пастбища	8874,2	46,2
Пески (Рын-пески, Урдинские пески)	7808,0	40,7
в т.ч. бугристые	5664,0	72,5
ленточно-бугристые	2144,0	27,5
Солончаки и соры	1926,4	10,0
Пашня	428,8	2,2
Озера (Аралсор, восточная часть оз. Боткуль)	89,6	0,5
Лиманы	57,6	0,3
Прочее (населенные пункты, дороги)	15,4	0,1
<b>ВСЕГО</b>	<b>19200</b>	<b>100</b>

Представленная структура землепользования достаточно условна по ряду причин. Во-первых, в процессе дешифрирования песчаные массивы были выделены



## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

	Пахотные угодья		Пески бугристые		Автомобильные дороги
	Солончаки и соры		Пески ленточно-бугристые		Железная дорога
	Лиманы		Пастбища		Граница района
	Озера		Населенные пункты		Граница между РФ и Казахстаном

Рис. 1. Карта Бокейординского района Западно-Казахстанской области (Казахстан)

в отдельную категорию как самостоятельный объект землепользования, однако, это не совсем верно.

Благодаря близкому залеганию грунтовых вод в ашиках Урдинских песков представлены богатейшие лугово-степные ассоциации, местами с 80-100 %-ным проективным покрытием. В основном это ассоциации солодки, донника, бескильницы, пырея, житняка по низким местам, а по возвышенным –

прутняка, полыни белой. Иногда встречаются лох, робиния, дикие груши и яблони. Почвы имеют ярко выраженный гумусовый горизонт мощностью до 25 см [5]. В силу указанных причин Урдинские пески достаточно интенсивно используются в качестве пастбищных и сенокосных угодий, однако бессистемный выпас скота уже привел к деградации этих пастбищ и разбитию песчаных почв.

Во-вторых, необходимо отметить не-

возможность проведения четкой границы песчаных массивов в силу постоянной их эоловой переработки. Полученная нами количественная характеристика достаточно относительна, отражает площадь песчаного массива по состоянию на 2013 год и может быть использована в дальнейших исследованиях в качестве отслеживания динамики наступления (или отступления) песков.

Несмотря на эти допущения, полученные площадные характеристики основных земельных угодий позволили провести оценку экологического состояния территории по коэффициенту антропогенной нагрузки, который представляет собой величину, равную произведению ранга (балла) антропогенной нагрузки на территорию на долю (%) в общей площади района исследования

$$K_{АН} = \frac{\sum K_i \times S_i}{\sum S_i}, \quad (1)$$

где  $K_{АН}$  – коэффициент антропогенной нагрузки на территорию;

$S_i$  – площадь угодья  $i$ -вида ( $\text{км}^2$  или %);

$K_i$  – балл антропогенной нагрузки на угодье  $i$  – вида.

Для расчетов по формуле была разработана шкала балльной оценки антропогенной нагрузки на земли Бокейординского района, в которой различным категориям земель в зависимости от антропогенной нагрузки на них присваивается определенный балл: 1 – солончаки и ссоры, горько-соленые озера (как объекты в наименьшей степени затронутые антропогенной деятельностью); 2 – лиманы (используемые как сенокосные угодья); 3 – пески (частично используемые под выпас); 4 – пашня и пастбища; 5 – населенные пункты, дороги, земли промышленности и т.д.

Для оценки экологического состояния территории воспользуемся 4-х-уровневой шкалой, разработанной Б. В. Виноградовым [3] применительно к дистанционному мониторингу экосистем: норма, риск, кризис, бедствие. К *экологической норме* ( $K_{АН}$  от 1 до 2) относят состояние, при котором экосистемы не претерпевают каких-либо изменений, ведущих к ухудшению их основных параметров. *Экологический риск* ( $K_{АН}$  от 2 до 3) характеризуется заметным снижением продуктивности и устойчивости экосистем, но еще с обратимыми нарушениями экосистем, предполагающими сокращение хозяйственного использования и планирование поверхностного улучшения. *Экологический кризис* ( $K_{АН}$  от 3 до 4) характеризуется сильным снижением продуктивности и потерей устойчивости, трудно обратимыми нарушениями экосистем, предполагающими лишь выборочное их хозяйственное использование и планирование глубокого улучшения. *Экологическое бедствие* ( $K_{АН}$  от 4 до 5) характеризуется полной потерей продуктивности, практически необратимыми нарушениями экосистем, полностью исключающими территорию из хозяйственного использования.

Коэффициент антропогенной нагрузки на землях Бокейординского района составляет 3,3, что соответствует экологическому кризису. На территории района практически отсутствуют крупные населенные пункты и промышленные объекты, места нефтегазовых разработок, нет насыщенной транспортной инфраструктуры.

Экологическая обстановка здесь носит кризисный характер преимущественно из-за перевыпаса и распашки целинных земель на протяжении нескольких аграрно-

экономико-экологических периодов [2]. Поэтому очень остро стоит необходимость выполнения широкомасштабных пескозакрепительных работ, восстановления деградированных пастбищ и перевода малопродуктивных земель в адаптивные лесоаграрные ландшафты.

Очень важным и порой единственным средством борьбы с опустыниванием является лесная и фитомелиорация [5]. Еще в начале XX века был разработан эффективный метод куртинно-колкового облесения бугристо-котловинных песков, основанный на посадке и посеве лесных культур по межбугровым понижениям с близким залеганием грунтовых вод (<1,25 м). Впоследствии с его помощью было создано несколько сотен гектаров насаждений, в том числе и на Урдинских песках. Сохранившиеся старовозрастные насаждения из сосны обыкновенной на Урдинских песках имеют возраст около 100 лет. Хорошо здесь растут и ольха черная, тополь белый, робиния, лох. В 90-х годах XX века совместно учеными ВНИАЛМИ и специалистами-лесниками Западно-Казахстанской области были разработаны рекомендации по выращиванию лесных насаждений на песках Западного Казахстана, обобщившие научно-производственный опыт выращивания леса на песчаных массивах Западного Казахстана [8].

В настоящее время в Западно-Казахстанской области, в том числе и в Бокейординском районе, продолжают работы по закреплению подвижных песков. Управлением природных ресурсов и регулирование природопользования Западно-Казахстанской области с 2011 по 2013 годы в Бокейординском районе были

проведены лесомелиоративные работы по закреплению песков (рис. 2).

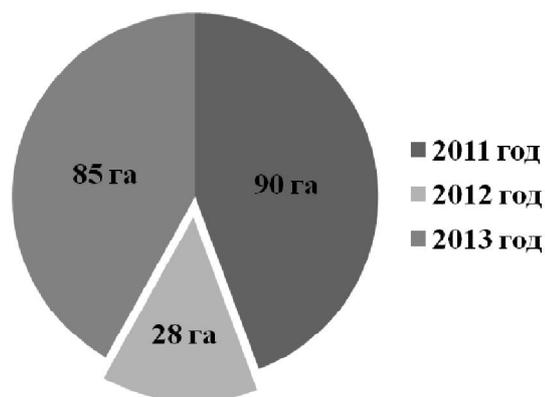


Рис. 2. Объемы лесомелиоративных работ по закреплению песков в Бокейординском районе в 2011-2013 гг.

Из представленных на рис. 90 га кустарниковых пород, созданных в 2011 году, 75 га составили ильмовые породы, 15 га – лох узколистный. В 2013 году были созданы посадки на 28 га из ильмовых, на 25 га – из саксаула, на 19 га – из клена и на 13 га – из лоха [9].

Однако проведение фитомелиоративных работ осложняется трудностью получения всесторонних фитоэкологических характеристик мелиорируемых ландшафтов. Одной из главных проблем в облесении бугристых песков засушливых областей всегда являлась их малая влагоемкость. Поэтому без научно обоснованных фитомелиоративных проектов большая доля посадок гибнет, не принося ни экологической, ни экономической пользы [5].

*Заключение.* При исследовании аридных ландшафтов Западного Казахстана наиболее важную информацию можно получить при дешифрировании космических снимков высокого разрешения. Нами был

сделан вывод о возможности и необходимости применения космических материалов для мониторинга и оценки структуры землепользования, а также процессов деградации и опустынивания как одного из самых удобных, достоверных, экономически выгодных и надежных источников информации о Земле. Применение дистанционных данных для своевременного выяв-

ления территорий, подвергающихся процессам деградации, и принятия соответствующих мер позволит ликвидировать на начальной стадии очаги опустынивания. Для территорий, уже подверженных процессам деградации, возможно разработать комплекс мероприятий по улучшению ситуации и недопущению дальнейшего развития деградационных процессов.

### Библиографический список

1. Агроклиматический справочник по Западно-Казахстанской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kazneb.kz>.
2. Ахмеденов, К.М. Динамика и сбалансированность структуры землепользования степей Западно-Казахстанской области [Текст] / К.М. Ахмеденов // Проблемы региональной экологии. – 2008. – № 3. – С. 34-39.
3. Виноградов, Б.В. Основы ландшафтной экологии [Текст] / Б.В. Виноградов. – М. : ГЕОС, 1998. – 418 с.
4. Гаель, А.Г. Пески и песчаные почвы [Текст] / А.Г. Гаель, Л.Ф. Смирнова. – М. : ГЕОС, 1999. – 252 с.
5. Кулик, К.Н. Агролесомелиоративное картографирование и фитоэкологическая оценка аридных ландшафтов [Текст] / К.Н. Кулик. – Волгоград : ВНИАЛМИ, 2004. – 248 с.
6. Лабутина, И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков [Текст] / И.А. Лабутина. – М. : Аспект Пресс, 2004. – 184 с.
7. Применение аэрокосмических методов в агrolесомелиорации [Текст] : методические рекомендации / К.Н. Кулик, В.И. Петров, И.Г. Зыков, В.В. Кравцов [и др.]. – М., 1991. – 56 с.
8. Рекомендации по лесовыращиванию на бугристо-котловинных песках Западного Казахстана [Текст] / А.С. Манаенков [и др.]. – Волгоград, 1997. – 36 с.
9. Тематический обзор: Опустынивание/деградация земель [Текст] / А. Валиханова [и др.]. – Астана, 2005. – 88 с.

### References

1. *Agroklimaticheskij spravocnik po Zapadno-Kazahstanskoj oblasti* [Agroclimaticale guide to West Kazakhstan region]. Available at: <http://www.kazneb.kz>. (In Russian).
2. Akhmedenov K.M. *Dinamika i sbalansirovannost' struktury zemlepol'zovanija stepej Zapadno-Kazahstanskoj oblasti* [Dynamics and balance of land use of the steppes of West Kazakhstan region] *Problemy regional'noj jekologii* [Problems of regional ecology], 2008, no. 3, pp. 34-39. (In Russian).
3. Vinogradov B.V. *Osnovy landshaftnoj jekologii* [Fundamentals of Landscape Ecology]. Moscow, 1998, 418 pp. (In Russian).

4. Gael A.G., Smirnova L.F. *Peski i peschanye pochvy* [Sands and sandy soils]. Moscow, 1999, 252 p. (In Russian).

5. Kulik K.N. *Agrolesomeliativnoe kartografirovaniye i fitoekologicheskaya ocenka aridnykh landshaftov* [Agroforestral mapping and evaluation of bioecological arid landscapes]. Volgograd, VNIALMI, 2004, 248 p. (In Russian).

6. Labutina I.A. *Deshifrirovaniye ajerokosmicheskikh snimkov* [Deshifrirovaniye ajerokosmicheskikh snimkov/Deciphering aerospace images]. Moscow, Aspect Press, 2004, 184 p. (In Russian).

7. Kulik K.N., Petrov V.I., Zikov I.G., Kravtsov V.V., et al. *Primeneniye ajerokosmicheskikh metodov v agrolesomeliacii* [Application of space methods in agroforestry]. Moscow, 1991, 56 p. (In Russian).

8. Manaenkov A.S. et al. *Rekomendacii po lesovyrashhivaniyu na bugristo-kotlovinnnykh peskah Zapadnogo Kazahstana* [Recommendations for forest growing on hilly-basins sands of Western Kazakhstan]. Volgograd, 1997, 36 p. (In Russian).

9. Valikhanova A. et al. *Tematicheskij obzor: Opustynivaniye/degradaciya zemel'* [Issue Brief: Desertification]. Astana, 2005, 88 p. (In Russian).

### Сведения об авторах

*Есмагулова Баян Жумабаевна* – аспирантка отдела ландшафтного планирования и аэрокосмических методов исследований ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский агролесомелиоративный институт», г. Волгоград, Российская Федерация; e-mail: bayana\_021284@mail.ru.

*Кошелева Ольга Юрьевна* – старший научный сотрудник отдела ландшафтного планирования и аэрокосмических методов исследований ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский агролесомелиоративный институт», кандидат сельскохозяйственных наук, г. Волгоград, Российская Федерация; e-mail: olya\_ber@mail.ru.

*Мушаева Кермен Батнасуновна* – старший научный сотрудник отдела ландшафтного планирования и аэрокосмических методов исследований ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский агролесомелиоративный институт», кандидат сельскохозяйственных наук, г. Волгоград, Российская Федерация; e-mail: kermen@mail.ru.

### Information about authors

*Esmagulova Bayan Zhumabaevna* – postgraduate student of department of Landscape Planning and Aerospace Research Methods, FSBNU "All-Russian Research Institute of Agroforestry", Volgograd, Russian Federation; e-mail: bayana\_021284@mail.ru.

*Kosheleva Olga Yuryevna* – Senior Researcher of department of Landscape Planning and Aerospace Research Methods, FSBNU "All-Russian Research Institute of Agroforestry", PhD in Agriculture, Volgograd, Russian Federation; e-mail: olya\_ber@mail.ru.

*Mushaeva Kermen Batnasunovna* – Senior Researcher of department of Landscape Planning and Aerospace Research Methods, FSBNU "All-Russian Research Institute of Agroforestry", PhD in Agriculture, Volgograd, Russian Federation; e-mail: kermen@mail.ru.