

УДК 581.524(574.55)

ОТРАЖЕНИЕ ЭКОСИСТЕМНОГО РАЗНООБРАЗИЯ НА КАРТАХ СРЕДНЕГО МАСШТАБА

Л. А. Димеева

*Институт ботаники и фитоинтродукции
Министерства образования и науки Республики Казахстан
Казахстан, 050040, Алматы, Тимирязева, 36-д
E-mail: l.dimeyeva@mail.ru*

Поступила в редакцию 19.11.10 г.

Отражение экосистемного разнообразия на картах среднего масштаба. – Димеева Л. А. – Оценка экосистемного разнообразия проведена для территории влияния Аральского экологического кризиса. Составлены классификация и среднемасштабная карта экосистем Северо-Восточного Приаралья. Классификация экосистем разработана на основе комплексной оценки растительного покрова, почв и рельефа. Иерархия уровней включает элементарную экосистему, тип экосистемы, группу экосистем, класс экосистем, порядок экосистем, получивших отражение в структуре легенды и единицах картографирования. Обсуждаются вопросы опустынивания экосистем в границах контуров карты. Инвентаризация экосистемного разнообразия на типологическом и топологическом уровнях является необходимым условием для принятия решений по снижению негативных последствий экологического кризиса.

Ключевые слова: пустынные экосистемы, классификация, картографирование, опустынивание.

Ecosystematic diversity reflection in medium-scale maps. – Dimeyeva L. A. – Ecosystematic diversity was assessed for the territory affected by the Aral ecological crisis. A classification and a medium-scale map of ecosystems have been worked out for the North-Eastern Aral region. Our classification of the ecosystems is based on complex evaluation of the vegetation cover, soils, and topography. The hierarchy of levels contains an elementary ecosystem, the type of the ecosystem, a group of ecosystems, a class of ecosystems, and an order of ecosystems, which were used as mapping units in a legend. Ecosystem desertification problems are discussed. Inventory of the ecosystems on typological and topological levels is a necessary requirement for decision-making on reduction of ecological crisis consequences.

Key words: desert ecosystems, classification, mapping, desertification.

ВВЕДЕНИЕ

Понятие «биологическое разнообразие» включает в себя разнообразие в рамках вида, между видами и разнообразие экосистем (Конвенция..., 1992). Внутривидовое генетическое разнообразие обеспечивается в рамках популяции. Видовой уровень разнообразия рассматривается как базовый, а вид является единицей учета биоразнообразия (Лебедева и др., 1999). Экосистемное разнообразие оценивается набором экосистем разного типа в пределах крупных территориальных единиц. Лучшим способом отражения разнообразия экосистем являются картографические модели. Вопросы построения классификации и создания на ее основе легенды к среднемасштабной карте экосистем рассматриваются на примере региона Аральского экологического кризиса.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Под экосистемами понимаются природно-территориальные комплексы, состоящие из двух основных частей: абиотической среды и живых организмов, в которых совершается внешний и внутренний круговорот вещества (Tansley, 1935). Экосистема – это часть территории, характеризующаяся однородным рельефом, одним типом или подтипом почв и набором растительных сообществ, обладающих сходной реакцией на природные и антропогенные воздействия (Глобально значимые..., 2007). Элементарная экосистема соответствует биогеоценозу (Сукачев, 1954) или ценоэкосистеме (Быков, 1970), которые в геоботанических исследованиях рассматриваются в границах растительных сообществ (фитоценозов).

Изначально понятие «экосистема» не включало никаких классификационных рангов. Однако при изучении экосистем отдельных территорий стало необходимым деление их по уровням пространственной организации: элементарный, локальный, ландшафтный и региональный (Виноградов, 1984; Огарь, 2006). Деление на уровни позволяет выбрать единицы классификации для целей картографирования экосистем.

Элементарные экосистемы объединяются в тип экосистем по принадлежности их к одному типу (или группе типов) почв и одной растительной формации в пределах однородного рельефа (Огарь, 2006). Для объединения в группы экосистем определяются формы мезорельефа, род почв и характерные им растительные формации (Глобально значимые..., 2007). При классификации наземных экосистем большое внимание уделяется установлению типа водного режима территории: автоморфный (климатогенный) (грунтовые воды глубже 5 – 6 м); полугидроморфный (грунтовые воды на глубине 3.5 – 5 м); гидроморфный (грунтовые воды на глубине < 2.5 – 3 м). Объединение в классы среди автоморфных, полугидроморфных и гидроморфных экосистем производится по разным критериям. Для автоморфных экосистем учитываются: зональность, эколого-физиономические типы растительности (Ботаническая география..., 2003), особенности почвенно-грунтовых условий, эдафические варианты растительности. Полугидроморфные и гидроморфные экосистемы подразделяются на классы по эколого-физиономическим критериям растительного покрова. Наиболее крупная единица классификации – порядок экосистем.

Элементарная экосистема соответствует низшему уровню и картируется в крупном масштабе. Локальному уровню соответствуют экосистемы более высокого ранга – мезоэкосистемы, при их выделении используются наиболее физиономические признаки: тип рельефа и растительные сообщества. Мезоэкосистемам локального уровня соответствуют комплексы, сочетания и экологические ряды растительных сообществ. Мезоструктурный уровень размерности является наиболее приемлемым для картографирования экосистем в среднем масштабе (Глобально значимые..., 2007). Картографирование экосистем основано на комплексном подходе, при котором учитываются природные факторы, определяющие условия формирования и существования экосистем конкретных участков (Огарь, 2006). Для разработки карты современного состояния экосистем учитываются закономерности распределения биоты в зависимости от экологических условий; существующие взаимосвязи между компонентами внутри и между экосистемами; антропогенные модификации экосистем (Исаченко, 1980).

В основу работы положены многолетние геоботанические и экосистемные исследования в Северо-Восточном Приаралье. Описание растительного покрова и почв осуществлялось стандартными методами (Полевая геоботаника, 1959 – 1976; Почвенная съемка, 1959). Для оценки степени антропогенной нарушенности и опустынивания использовали критерии растительного и почвенного покрова (Методические рекомендации..., 1989; Фаизов, Асанбаев, 1996; Рачковская и др., 1999; Курочкина, Кокарев, 2007 и др.). Полевое картирование экосистем проводилось сочетанием детально-маршрутного метода и ландшафтно-экологического профилирования с использованием топографической основы и космических снимков. Для разработки карты использовался метод визуального дешифрирования космического снимка SPOT/HRVIR, июнь 2006 г. (собственность департамента экологии Института леса, г. Тукуба (Япония)) с использованием данных наземной картографической съемки и определением GPS координат для конкретных экосистем в границах растительных сообществ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Классификация экосистем Северо-Восточного Приаралья до ранга классов отражена в схеме (рис. 1). В пределах Северо-Восточного Приаралья представлено 3 порядка экосистем: аквальные, наземные природные и наземные антропогенно нарушенные. Каждый класс объединяет от одной до нескольких групп экосистем. Среди автоморфных экосистем выделены классы: зональных пустынных, пустынно-солянковых, псаммофитных и саксауловых экосистем. Полугидроморфные экосистемы относятся к одному классу – поставкальных экосистем первичной морской равнины (осушенного дна Аральского моря), для которых характерны незавершенность сукцессионных рядов почвенно-растительного покрова и быстрая смена одних типов экосистем другими. Гидроморфные экосистемы подразделяются на классы: однолетнесолянковые, лугово-тугайные, болотные, кустарниковые экосистемы. Аквальные – делятся на классы: морские, озерные и речные экосистемы.

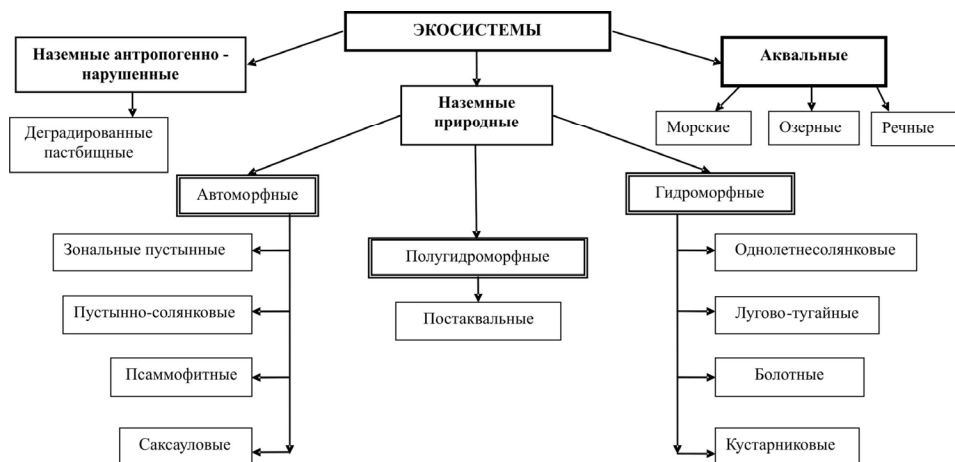


Рис. 1. Экосистемы Северо-Восточного Приаралья

Карта экосистем Северо-Восточного Приаралья (рис. 2) разработана по результатам картографической съемки 2009 г. с учетом ранее выполненных работ (Geldyeva et al., 1998, 2001). Структура легенды и единицы картографирования основаны на классификационном подразделении экосистем разного ранга. Основной картируемой единицей для карт среднего масштаба является группа экосистем, которая соответствует как гомогенным, так и гетерогенным единицам растительного покрова в пределах наземных экосистем. Для выявления биоразнообразия аквальных экосистем использована работа гидробиологов ЗИН РАН (Orlova et al., 1998). Легенда к карте включает 20 номеров.

Разработанная карта является инвентаризационной, которая может стать основой для составления картографических моделей оценочного и прогнозно-рекомендательного типа. Поконтурная оценка современного состояния экосистем особенно актуальна для Аральского региона. Сокращение акватории моря и продолжающаяся деградация земель ухудшают экологическую обстановку в Приаралье. Образовавшаяся полоса донных отложений является источником выноса соли, пыли, песка и очагом сильного опустынивания (Курочкина, Димеева, 2008). В экосистемах осушенного дна Аральского моря продолжается формирование рельефа и почвенно-растительного покрова. Растительные сообщества и группировки находятся на инициальных (см. рис. 2, контура 13, 14), и промежуточных (контура 8 – 12) стадиях первичной сукцессии (Димеева, 2010). На коренном берегу в пределах новоаральской террасы формирование экосистем достигло предклимаксовых (позднесукцессионных) стадий (контура 4 – 6). Учет динамики наиболее молодых экосистем позволяет решать задачи мониторинга и планировать фитомелиоративные мероприятия для ускорения хода естественного зарастания и борьбы с опустыниванием.

Зональные автоморфные белоземельнопопынные и эфемероидно-белоземельнопопынные экосистемы (контур 1) характеризуются умеренной степенью опустынивания, связанной с пастбищной нагрузкой. При средней степени нарушения снижается общее проективное покрытие растительности, возрастает доля эфемеров, уплотняется поверхность почвы, появляется «тропинчатость». В результате многосезонного выпаса скота локально отмечены процессы сильного опустынивания, с очагами эрозии. Для биюргуновых экосистем (контур 2) характерно слабое опустынивание, однако вблизи населенных пунктов они деградируют и сменяются однолетнесолянковыми.

Псаммофитнопопынные, псаммофитнокустарниковые экосистемы на бугристых и мелкобугристых песках (контур 3) подвержены сильному опустыниванию вследствие чрезмерного выпаса. Усиление пастбищной нагрузки приводит к засорению ядовитыми и непоедаемыми видами: адраспаном (*Peganum harmala* L.), ирисом (*Iris tenuifolia* Pall.), дикой рожью (*Secale silvestre* Host), кузинией (*Cousinia affinis* Schrenk), среди кустарников преобладает песчаная акация (*Ammodendron bifolium* (Pall.) Yakovl.). Местами отмечаются очаги дефляции. Очень сильное опустынивание отмечено в радиусе 5 км от населенных пунктов (контур 7), растительный покров деградирован, поверхность песчаных почв разбита, дефляционные процессы преобладают. Задачи реабилитации пастбищных экосистем заключаются

во внедрении пастбищеоборота и нормированного выпаса, проведении фитомелиорации нарушенных угодий.

Гидроморфные экосистемы претерпели значительные изменения с начала 60-х гг. прошлого столетия. В связи с зарегулированием стока Сырдарьи целой серией плотин в 1971 г. полностью прекратились разливы реки в летне-весенние паводки, уменьшился объем стоков, повысилась минерализация (Новикова, 1997), в результате чего развилось ирригационное опустынивание (Залетаев, 1995). Особенно уязвимыми к антропогенным факторам оказались экосистемы тугайных лесов (контур 16). К концу 1990-х гг. их площадь в долине Сырдарьи сократилась на 70 – 75% (Ogar, 1997). В свою очередь, площадь кустарниковых экосистем (контур 17), особенно тамариковых зарослей, увеличилась более чем в 5 раз (Экономическая оценка..., 2004). Задача сохранения тугайных лесов состоит в регулировании хозяйственного использования и охране на заповедных участках (Курочкина, Димеева, 2008).

Водно-болотные экосистемы (контур 15) занимают мелководные аквальные зоны, прибрежные участки, прилегающие к водоёмам, руслам рек, каналам, дельтовые озера. Для экосистем характерно опустынивание средней степени с очагами сильной. Деградация прибрежно-водной растительности обусловлена развитием инфраструктуры (плотины, дамбы, каналы, обвалования). В настоящее время озерные системы в дельте Сырдарьи поддерживаются гидросооружениями. Характер гидрологического режима отражается на состоянии экосистем. При достаточной подаче воды заполняются многочисленные озера, участки с зарослями тростника, рогоза, камыша занимают значительные площади. При снижении объема воды происходит смена на луговые виды с увеличением участия галофитного разнотравья (*Aeluropus litoralis* (Gouan) Parl., *Juncus gerardii* Loisel., *Crypsis schoenoides* (L.) Lam.) и кустарников (*Tamarix hispida* Willd., *T. laxa* Willd., *Lycium ruthenicum* Murr.). При высыхании озер сукцессионные преобразования идут по ксеро- и галосериям. Высохшие участки зарастают сорнотравными и однолетнесолянковыми сообществами. Нарушение гидрологического баланса водно-болотных угодий происходит также при строительстве защитных дамб, препятствующих естественному половодью. При создании новых защитных дамб необходимо учитывать целесообразность строительства и ограничивать их длину только потенциально опасными участками. Новые экосистемы травяных болот формируются вдоль каналов орошения, но они отличаются упрощенной структурой и флористической бедностью (Новикова, 1997).

После строительства дамбы между Большим и Малым Аралом в 2005 г. начала формироваться новая авандельта Сырдарьи с тростниковыми экосистемами. Приток пресной речной воды привел к снижению минерализации Северного Аральского моря с 23 до 17 г/л (контур 18) и восстановлению биоразнообразия солоноватоводных экосистем (Micklin, Aladin, 2008). Деградация интразонального растительного покрова в долинах и дельтах идет более быстрыми темпами, чем в других типах экосистем, с потерей биоразнообразия и ресурсного потенциала, упрощением и перестройкой экосистем. При установлении первоначального гидрологического режима происходит постепенное восстановление биоразнообразия, контролируемое закономерностями природных сукцессий и флуктуаций (Хорикава и др., 2007).

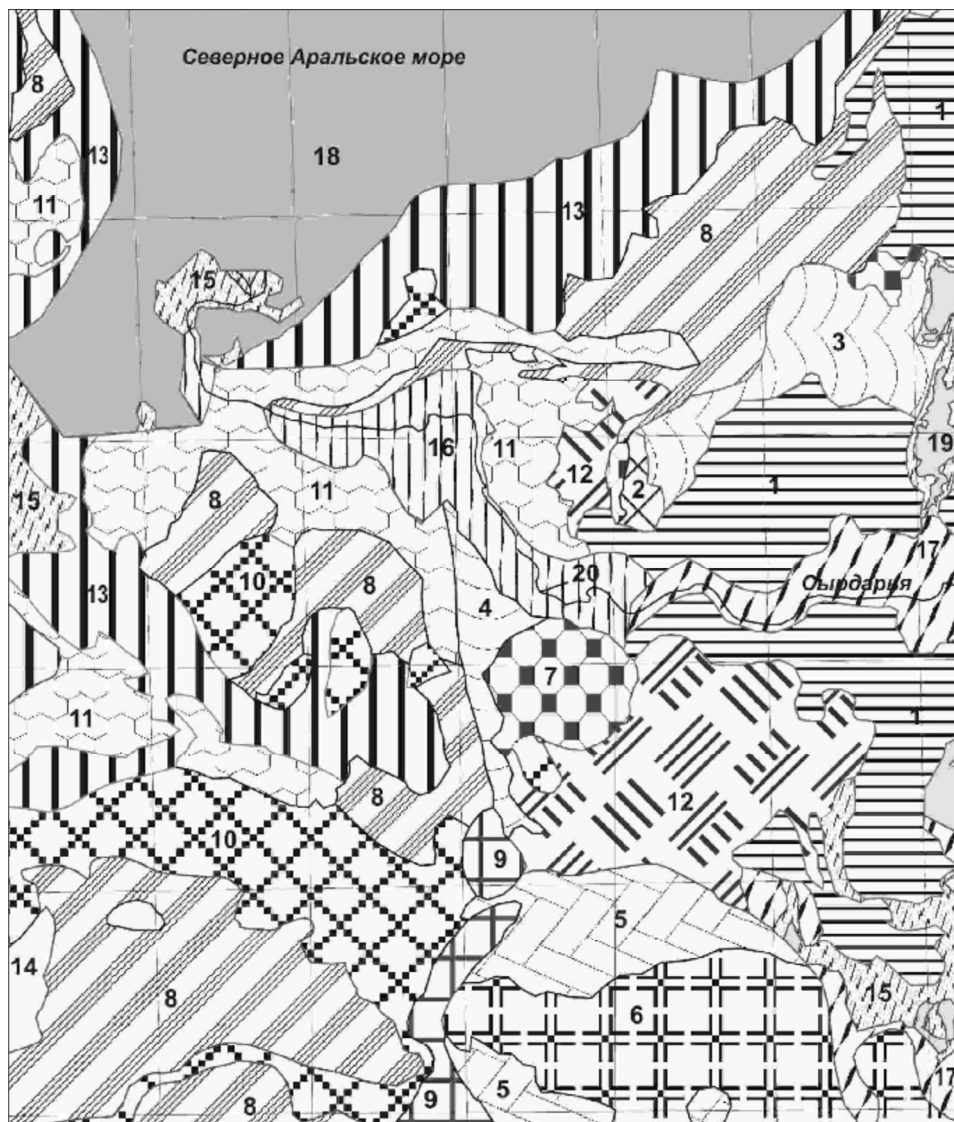


Рис. 2. Карта экосистем Северо-Восточного Приаралья (М 1 : 500 000)

Пустынные экосистемы

Наземные природные

Аноморфные

Полынные и многолетнесоляночные останцовых возвышенностей

1. Экосистемы слабобрасчлененных денудационных равнин с белоземельнополынными сообществами (*Artemisia terrae-albae*) с участием эфемеров (*Eremopyrum orientale*, *E. triti-*

ceum, *Koelpinia linearis*, *Alyssum turkestanicum*), эфемероидов (*Poa bulbosa*, *Tulipa borszczowii*, *A. schubertii*) и осоково-белоземельнопопынными (*Carex pachystilis*) сообществами на бурых пустынных почвах.

2. Экосистемы денудационных структурных слабоволнистых равнин с биоргуновыми (*Anabasis salsa*) сообществами с участием полыни белоземельной (*Artemisia terrae-albae*), однолетних солянок (*Climacoptera aralensis*, *Salsola foliosa*, *Girgensohnia oppositiflora*) и адраспана (*Peganum harmala*) на солончах пустынных и такыровидных солончаковых почвах.

Псаммофитнопопынные, псаммофитнокустарниковые, саксауловые аккумулятивных эоловых равнин

3. Экосистемы бугристых и мелкобугристых песков, местами разбитых, с песчанопопынными, злаково-попынными (*Artemisia arenaria*, *A. terrae-albae*, *Leymus racemosus*, *Agropyron fragile*) с участием осоки (*Carex pachystilis*), псаммофитнокустарниковыми (*Calligonum leucocladum*, *C. aphyllum*, *Ammodendron bifolium*, *Eremosparton aphyllum*, *Salsola arbuscula*, *Atraphaxis spinosa*) с адраспаном, ирисом и жантаком (*Peganum harmala*, *Iris tenuifolia*, *Alhagi pseudalhagi*) сообществами.

4. Экосистемы мелкобугристых песков с псаммофитнокустарниковыми (*Calligonum aphyllum*, *Eremosparton aphyllum*, *Astragalus brachypus*, *Ammodendron bifolium*, *Convolvulus subsericeus*) в сочетании с гребенщикowymi (*Tamarix ramosissima*, *T. hohenackeri*) сообществами.

5. Экосистемы эоловой слабонаклонной равнины с однолетнесолянково-саксауловыми и эфемерово-саксауловыми (*Haloxylon aphyllum*, *Climacoptera aralensis*, *C. brachiata*, *Eretopyrum orientale*, *E. triticeum*, *Lepidium perfoliatum*) сообществами на приморских песках.

Многолетнесолянковые и саксауловые древнедельтовой аллювиальной равнины

6. Экосистемы древнедельтовой равнины, пересеченной сухими руслами, с однолетнесолянково-итсигековыми и однолетнесолянково-саксауловыми (*Anabasis aphylla*, *Haloxylon aphyllum*, *Climacoptera brachiata*, *C. aralensis*, *Salsola foliosa*) сообществами на такыровидных пустынных почвах.

Наземные антропогенно-нарушенные

7. Экосистемы деградированных пастбищ с сорнотравными (*Peganum harmala*, *Anabasis aphylla*, *Salsola nitraria*, *Atriplex tatarica*, *Euphorbia seguierana*, *Heliotropium arguzioides*) группировками и сообществами.

Полугидроморфные

Сочносолянковые, галофитнокустарниковые, галофитнотравянистые первичной морской равнины

8. Экосистемы плоской слабонаклонной равнины с сочетаниями однолетнесолянковых (*Climacoptera aralensis*, *C. lanata*, *Salsola nitraria*, *Suaeda acuminata*) на солончаках приморских, галофитноразнотравных (*Limonium otolepis*, *Frankenia hirsuta*), галофитнокустарниковых (*Tamarix hispida*, *Nitraria schoberi*), галофитнополукустарничковых (*Halocnemum strobilaceum*) мозаичных сообществ и группировок на приморских солончаковых почвах.

9. Экосистемы слабовогнутой низкобугристой равнины с сарсазановыми, селитрянковыми (*Halocnemum strobilaceum*, *Nitraria schoberi*) с единичным саксаулом (*Haloxylon aphyllum*) сообществами и группировками на солончаках приморских с навесным песчаным чехлом.

10. Экосистемы слабовогнутой равнины с однолетнесолянково- и гребенщиково-соляноколосниковыми (*Halostachys belangeriana*, *Tamarix laxa*, *T. elongata*, *Climacoptera aralensis*, *Petrosimonia squarrosa*) сообществами на солончаках приморских.

ОТРАЖЕНИЕ ЭКОСИСТЕМНОГО РАЗНООБРАЗИЯ

11. Экосистемы слаборасчлененной равнины с эфемерово-горцево-гребенщикowymi (*Tamarix laxa*, *T. elongata*, *T. hispida*, *Polygonum monspeliense*, *Descurainia sophia*, *Strigosella circinata*) с тростником (*Phragmites australis*) и галофитным разнотравьем (*Karelinia caspia*, *Aeluropus litoralis*, *Atriplex litoralis*) сообществами на солончаках луговых.

12. Экосистемы слабовогнутой равнины с сочетаниями однолетнесолянково-соляно-колосниковых (*Halostachys belangeriana*, *Climacoptera aralensis*) на солончаках корково-пухлых, итсигековых (*Anabasis aphylla*) на солончаках такыровидных, мелколистносведовых (*Suaeda microphylla*), гребенщикowych (*Tamarix hispida*, *T. laxa*) сообществ на солончаках луговых.

Гидроморфные

Однолетнесолянковые первичной морской равнины

13. Экосистемы плоской слабонаклонной равнины с однолетнесолянковыми (*Climacoptera aralensis*, *Petrosimonia triandra*, *Suaeda acuminata*, *Salicornia europaea*) сообществами и группировками с единичными кустарниками (*Tamarix hispida*, *T. elongata*, *Halostachys belangeriana*, *Nitraria schoberi*) на солончаках маршевых и приморских.

14. Экосистемы плоской слабонаклонной равнины с единичными однолетними соляниками (*Atriplex pratovii*, *Bassia hyssopifolia*) на корковых солончаках с навейным песчаным чехлом.

Болотные, лугово-тугайные, кустарниковые аллювиально-дельтовой равнины р. Сырдарьи

15. Экосистемы авандельты и низких озерных террас с тростниковыми, рогозовыми, камышовыми (*Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Scirpus littoralis*, *S. lacustris*, *S. tabernaemontani*) сообществами на иловато-болотных почвах.

16. Экосистемы приустьевой поймы с лохово-ивовыми (*Salix songarica*, *S. wilhelmsiana*, *Elaeagnus oxycarpa*) с участием кустарников (*Tamarix ramosissima*, *T. laxa*, *T. hispida*, *T. elongata*, *Halimodendron halodendron*) и разнотравно-злаковыми (*Calamagrostis epigeios*, *Phragmites australis*, *Sphaerophyta salsula*, *Glycyrrhiza glabra*, *Lythrum salicaria*, *Xanthium strumarium*, *Calystegia sepium*) сообществами на пойменных лесолуговых почвах.

17. Экосистемы надпойменных и высоких озерных террас с однолетнесолянково-кустарниковыми и галофитнозлаково-кустарниковыми (*Halimodendron halodendron*, *Tamarix ramosissima*, *T. laxa*, *T. hispida*, *T. elongata*, *Lycium ruthenicum*, *Climacoptera brachiata*, *Suaeda linifolia*, *Bassia sedoides*, *Atriplex saggitata*, *Artemisia scopiformis*, *Leymus multicaulis*, *Phragmites australis*, *Aeluropus litoralis*) сообществами на солончаках луговых и луговых засоленных почвах.

Аквальные экосистемы

18. Экосистемы открытой морской акватории Северного Аральского моря с редкими сообществами погруженно-водных макрофитов (*Zostera noltii*, *Ruppia cirrhosa*, *Cladophora glomerata*, *C. fracta*, *Chaetomorpha linum*).

19. Экосистемы пресных озер дельты р. Сырдарьи с сообществами погруженно-водных (*Potamogeton filiformis*, *P. crispus*, *P. perfoliatus*, *Myriophyllum spicatum*, *Hydrocharis morsus-ranae*) и воздушно-водных (*Sparganium stoloniferum*, *Alisma plantago-aquatica*, *Butomus umbellatus*) макрофитов.

20. Экосистемы речные проточные р. Сырдарьи с разреженными сообществами погруженно-водных макрофитов (*Potamogeton filiformis*, *P. crispus*, *P. perfoliatus*, *Myriophyllum spicatum*, *Hydrocharis morsus-ranae*) и зеленых нитчатых водорослей (*Spirogyra* sp., *Mougeotia* sp.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Оценка экосистемного разнообразия и разработка картографических моделей является актуальной задачей, в особенности для экологически нестабильных регионов.

2. При разработке классификации экосистем следует использовать показатели растительного покрова, почв и рельефа.

3. Иерархия уровней единиц картографирования включает элементарную экосистему, тип экосистемы, группу экосистем, класс экосистем, порядок экосистем.

4. Группа экосистем является основной картируемой единицей для карт среднего масштаба. Классы, порядки экосистем отражаются в структуре подзаголовков легенды.

Поконтурное рассмотрение современного состояния экосистем Северо-Восточного Приаралья позволило выявить процессы опустынивания и определить основные задачи по снижению негативных последствий экологического кризиса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной зоны) / под ред. Е. И. Рачковской, Е. А. Волковой, В. Н. Храмцова. СПб. : Бостон-Спектр, 2003. 424 с.

Быков Б. А. Введение в фитоценологию. Алма-Ата : Наука, 1970. 226 с.

Виноградов Б. В. Аэрокосмический мониторинг экосистем. М. : Наука, 1984. 20 с.

Глобально значимые водно-болотные угодья Казахстана : в 3 т. Астана : Комплекс, 2007. Т. 1. 264 с.; Т. 2. 271 с.; Т. 3. 271 с.

Димеева Л. А. Картографирование динамики растительности осушенного дна Аральского моря // Вестн. Нац. АН Республики Казахстан. 2010. №3. С. 81 – 84.

Залетаев В. С. Ирригационное опустынивание и дестабилизация среды как элементы экологического влияния орошения в аридных зонах // Аридные экосистемы. 1995. Т. 1, № 1. С. 22 – 26.

Исаченко А. Г. Оптимизация природной среды. Географические аспекты. М. : Мысль, 1980. 178 с.

Конвенция о биологическом разнообразии. Рио-де-Жанейро, Бразилия, 1992.

Курочкина Л. Я., Димеева Л. А. Задачи борьбы с опустыниванием в Аральском регионе // Проблемы обеспечения биологической безопасности Казахстана : материалы науч. конф., посвящ. 80-летию академика Нац. АН Республики Казахстан И. О. Байтулина. Алматы : Изд-во «LEM», 2008. С. 50 – 53.

Курочкина Л. Я., Кокарев А. Л. К методике составления мелкомасштабных карт опустынивания // Аридные экосистемы. 2007. Т. 13, № 33 – 34. С. 40 – 54.

Лебедева Н. В., Дроздов Н. Н., Кривоулицкий Д. А. Биоразнообразие и методы его оценки. М. : Изд-во МГУ, 1999. 95 с.

Методические рекомендации по оценке и картографированию современного состояния экосистем МНР / под ред. П. Д. Гунина, Е. А. Востоковой. Улан-Батор : Изд-во ГУГК МИР, 1989. 108 с.

Новикова Н. М. Принципы сохранения ботанического разнообразия дельтовых равнин Турана : автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. М., 1997. 103 с.

Огарь Н. П. Принципы выделения экосистем как территориальных единиц для картографирования и экологической оценки // Терра. 2006. № 1. С. 139 – 145.

Полевая геоботаника : в 5 т. М. ; Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1959 – 1976. Т. 1. 1959. 444 с. ; Т. 2. 1960. 500 с. ; Т. 3. 1964. 531 с. ; Т. 4. 1972. 330 с. ; Т. 5. 1976. 320 с.

Почвенная съемка. Руководство по полевым исследованиям и картированию почв. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1959. 346 с.

Рачковская Е. И., Огарь Н. П., Марынич О. В. Факторы антропогенной трансформации и их влияние на растительность степей Казахстана // Степной бюллетень. 1999. № 5. С. 22 – 25.

Сукачев В. Н. Некоторые общие теоретические вопросы фитоценологии // Вопр. ботаники. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1954. Т. 1. С. 289 – 330.

Фаизов К. Ш., Асанбаев И. К. Систематика и диагностика антропогенно нарушенных почв // Изв. АН КазССР. Сер. биол. 1996. № 3. С. 17 – 23.

Хоригава М., Димеева Л. А., Оябу Т., Цуяма И., Моримото Ю., Иишита Н. Оценка изменений водно-болотных угодий низовий Сырдарьи и возможность их реабилитации // Тр. Барсакельмского гос. природного заповедника. Алматы, 2007. Вып. 2. С. 95 – 103.

Экономическая оценка локальных и совместных мер по сокращению социально-экономического ущерба в зоне Приаралья. Проект ИНТАС Арал-2000-1059. Вена ; Амстердам ; Москва ; Алматы ; Ташкент, 2004. 156 с.

Geldyeva G., Budnikova T., Gubernik I., Dimeyeva L., Ogar N., Evstifeev Yu., Los V., Scorintseva I., Geldyev B. Assessment of desertification processes in natural complexes of the Syr-Dar'ya delta // Ecological research and monitoring of the Aral Sea deltas. UNESCO Aral Sea Project. Paris, 1998. P. 15 – 41.

Geldyeva G. V., Ogar N. P., Scorintseva I. B., Geldyev B. V., Budnikova T. I., Dimeyeva L. A. Monitoring and modeling of desertification processes in the Syr Dar'ya and Amu Dar'ya River deltas, for GIS // Ecological research and monitoring of the Aral sea deltas. A basis for restoration. UNESCO Aral Sea Project. 1997 – 2000 Final Scientific reports. Paris, 2001. Book 2. P. 119 – 153.

Micklin Ph., Aladin N. V. Reclaiming the Aral Sea // Scientific American. April 2008. P. 64 – 71.

Ogar N. Dynamics of ecosystems and vegetation biodiversity in the Syr-Darya Delta // Proc. of Intern. Conference on Environmental problems of the Aral Sea and surrounding areas. Almaty, 1997. P. 104 – 107.

Orlova M., Aladin N., Filippov I. Living associations of the northern part of the Aral Sea in 1993 – 1995. // Ecologic research and monitoring of the Aral Sea deltas. UNESCO Aral Sea Project. Paris, 1998. P. 95 – 138.

Tansley A. G. The use and abuse vegetation concepts and terms // Ecology. 1935. Vol. 16, № 3. P. 284 – 307.