

К МЕТОДИКЕ СОСТАВЛЕНИЯ МЕЛКОМАСШТАБНЫХ КАРТ ОПУСТЫНИВАНИЯ

© 2007 г. Л.Я. Курочкина*, А.Л. Кокарев**

**Институт ботаники Министерства образования и науки Республики Казахстан, Казахстан, 050040 Алматы, ул. Тимирязева, 44, E-mail: lidiya-kurochkina@yandex.ru*

***Институт географии Министерства образования и науки Республики Казахстан, Казахстан, 050010 Алматы, ул. Пушкина, 99*

Реферат. Определены основные особенности составления мелкомасштабных карт опустынивания на примере экологического картографирования растительности Казахстана с определением функциональной значимости и ресурсного потенциала экосистем.

Ключевые слова: растительность, опустынивание, картографирование, экосистема, функциональная значимость экосистем.

Для субрегиона Центральной Азии до настоящего времени не составлена единая актуальная Карта опустынивания. Разработка такой карты затруднена в связи с отсутствием общей методологической основы целевого картографирования и согласия между экспертами стран СНГ по терминологии. Кроме того, ограничен сбор материалов, тем более, плановый мониторинг по динамике экосистем, не согласованы показатели комплексной оценки степени и темпов опустынивания по республикам.

Базовые понятия

Различия в толковании базовых понятий (Конвенция..., 1996; Опустынивание..., 1999; Дэвид, Томас, 1999) не способствуют выработке общих подходов к составлению Карты опустынивания в требуемых масштабах. Среди используемых базовых понятий: «опустынивание», «тип опустынивания», «экосистема» или «геосистема», «экологическое состояние» бытуют понятия не вполне приемлемые к оценке опустынивания, такие как «трансформация», «антропогенная нарушенность» (Огарь, Брагина, 1999), «культуртехническое состояние» сельхозугодий (статотчеты Республики Казахстан). Придерживаться достигнутого международного консенсуса по опустыниванию (Конвенция..., 1996) мешает неконкретность сути этого термина (опустынивания – *деградации земель*) и недооценка социально-экономических причин этого процесса. «*Опустынивание означает деградацию земель в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в результате действия различных факторов, включая изменение климата и деятельность человека*» (Конвенция..., 1996).

При этом, «земля» означает «земную биопродуктивную систему, включающую в себя почву, воду, растительность, прочую биомассу, а также экологические и гидрологические процессы, происходящие внутри системы»; а «деградация земель» означает «снижение или потерю биологической и экологической продуктивности и сложной структуры богарных пахотных земель, орошаемых пахотных земель или пастбищ, лесов и лесистых участков в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в результате землепользования или действия одного или нескольких процессов, в том числе, связанных с деятельностью человека...» (Конвенция..., 1996).

Понятие «трансформация» слишком объемно и требует дополнительной расшифровки. Так же, как и «антропогенная нарушенность», эти понятия не характеризуют ни степени, ни причины деградации земель или их экологического состояния при мелиорации. «Культуртехниче-

ское состояние» для сельхозугодий скорее всего подчеркивает только выборочные природные показатели: каменистость, засоление почв, закустаривание, которые могут быть типичными (фоновыми) признаками экосистем, а не их деградации. Напротив, для пояса предгорий, например, обычен кустарниковый зональный тип растительности (климакс). Для песчаных пустынь закустаривание связано с ветровой эрозией. Оно рассматривается как элемент биологической саморегуляции и первых этапов восстановления экосистем. В сукцессионных циклах это длительнопроизводные растительные сообщества или крайне разреженные пионерные группировки сингенеза.

Дискуссионность проблемы опустынивания и применяемых терминов, по мнению Давида Томаса (1999), связаны с рядом причин: отсутствием ясности в понимании процессов деградации окружающей среды, в частности во взаимодействии понятий антропогенного опустынивания и климатических засух; недостатком научных знаний; различием в оценке переиспользования земель (пашни, пастбища и т.д.). К этому следует добавить споры о том, что важнее – экологические или экономико-социальные проблемы.

Базовые данные для оценки опустынивания

Картографической базы данных и мониторинга опустынивания даже для основных зональных экосистем субрегиона практически не существует. Не обновлены для большинства районов карты почв, пастбищ, растительности, лесистости и т.д. В частности, ограничены и не зафиксированы по акиматам показатели степени пастбищной нагрузки, желательное утверждение реальных норм и нормативов изъятия биологических ресурсов, особенно в условиях перехода к частной собственности на землю. Пониманию проблемы и ее решению на местном уровне, в частных мелкофермерских хозяйствах мешает повсеместное отсутствие средств, техники, доступных сфер обслуживания, равно как и отсутствие необходимого картографического материала, в том числе по землеустройству с элементарной оценкой состояния экосистем. Перечислим лишь самые необходимые данные для контроля за процессом опустынивания:

- Карты землеустройства крупного масштаба с оценкой состояния земель, целевые карты степени и типов опустынивания;
- Данные по антропогенным нагрузкам на сельхозугодия;
- Нормы изъятия биологических ресурсов (в том числе флоры и фауны);
- Изменения продуктивности и ресурсной значимости биоресурсов по сезонам (флуктуации) и в результате опустынивания;
- Причины (факторы) и следствия деградации земель;
- Риски потери биоразнообразия, численности хозяйственно ценных видов и экосистем, редких и исчезающих видов и экосистем, потеря устойчивости экосистем к антропогенным нагрузкам.

Мелкомасштабные карты опустынивания

Для республик СНГ субрегиона Центральной Азии актуальные мелкомасштабные карты опустынивания, либо экологического состояния земель (карты масштаба 1:1000000, 1:2500000, 1:5000000), сейчас разрабатываются и ориентированы на использование на национальном, субрегиональном и региональном (регион Азии) уровнях. Они направлены на оценку состояния окружающей среды и разработку мер предотвращения негативных процессов антропогенного воздействия на окружающую среду. Принятие мер по глобальному экологическому управлению при использовании карт опустынивания откроют новые, более обоснованные перспективы плана действий по борьбе с опустыниванием. Национальные планы действий в республиках СНГ разработаны практически без достаточной картографической базы. Карты опустынивания по Центральной Азии отсутствуют в «Мировом Атласе Опустынивания», изданном в 1996-97

гг., и они не были готовы и ко второму изданию Атласа. Пока не завершена разработка единой методологии оценки и моделей деградации земель с учетом социальных и экономических аспектов. Поддерживающими структурами составления карт, кроме национальных экологических ведомств, являются КООНБО, ПРООН, ГЭФ.

Экосистемный подход к составлению карт опустынивания, как единая методологическая основа

Понятие «экосистема» практически общепризнано. Наиболее близки к нему понятия: «биогеоценоз» (Сукачев, 1942), используемое геоботаниками; «геосистема» (Герасимов, 1977, Сочава, 1978, Карта..., 1992) в географии; «экосистема» (Залетаев, 1989, Гунин, 1991, Титов и др., 1990, Дроздов и др., 1997, Евстифеев и др., 1991), приводимые в характеристиках процессов опустынивания. Но отсутствие многих данных по фаунистической составляющей значительно обедняет оценку взаимосвязей компонентов экосистем, особенностей их функционирования, устойчивости и саморегуляции. Начатые в 60-х годах прошлого столетия стационарные биоконфлексные исследования (Биоконфлексные..., 1969), к сожалению, не продолжены и охватили лишь малую толику экосистем Центральной Азии. При составлении карт опустынивания экосистемный подход наиболее перспективен и возможен при синергизме трех экологических конвенций ООН: биоразнообразия (БР), изменений климата (INC) и борьбы с опустыниванием (КООНБО-UNCCD).

Первая Карта антропогенного опустынивания для аридной территории СССР в масштабе 1:2500000 (1985) разработана на основе и по методологии ФАО-ЮНЕП «Временное руководство по оценке и картографированию опустынивания». Ценность руководства, на наш взгляд, состояла в выделении таких параметров деградации, как внутренняя опасность опустынивания (ВОО), современное состояние (СС), скорость (темпы) (ТО), плотность населения (САВ) и выпасаемых животных и далее дана суммарная опасность опустынивания (степень, класс), оцениваемая по соответствующей формуле (табл. 1). На Карте, составленной под руководством А.Г. Бабаева и Н.Г. Харина, цветом обозначены в контурах степень, а значками – типы опустынивания (рис. 1). Формулы характеризуют оценку деградации по перечисленным выше параметрам. Например, опустынивание по контуру «2ahIIМ» соответствует в среднем умеренному классу с высокой внутренней опасностью.

Таблица 1. Определение суммарного опустынивания.

Table 1. Determination of total desertification.

Классы опустынивания	Современное состояние / СС	Темпы опус- тынивания / ТО	Внутренняя опасность опус- тынивания / ВОО	Влияние жи- вотных / ВЖП	Плотность населения / САВ
Слабое	1	a	l	I	L
Умеренное	2	b	m	II	M
Сильное	3	c	f	III	F
Очень силь- ное	4	d	h	IV	H

Использован ландшафтно-экологический подход (Нечаева, 1978) при сравнении фоновых (заповедных) и климаксовых экосистем по показателям экологического состояния их компонентов. Но в 70-80-х годах прошлого столетия методические подходы преимущественно для России были общеэкологическими, без акцентов на опустынивание, хотя использовался цен

ный экосистемный принцип картографирования экологических ситуаций. Основные принципы методик комплексного экологического состояния могут быть адаптированы для целей мелкомасштабного картографирования:

- выделение классов (степеней) экологических ситуаций на картах, даже при отсутствии количественных данных;
- возможность разграничения внешнего воздействия на экосистемы на реально и потенциально опасные;
- возможность экстраполяции данных на аналогичные экосистемы по всему занимаемому ими ареалу.

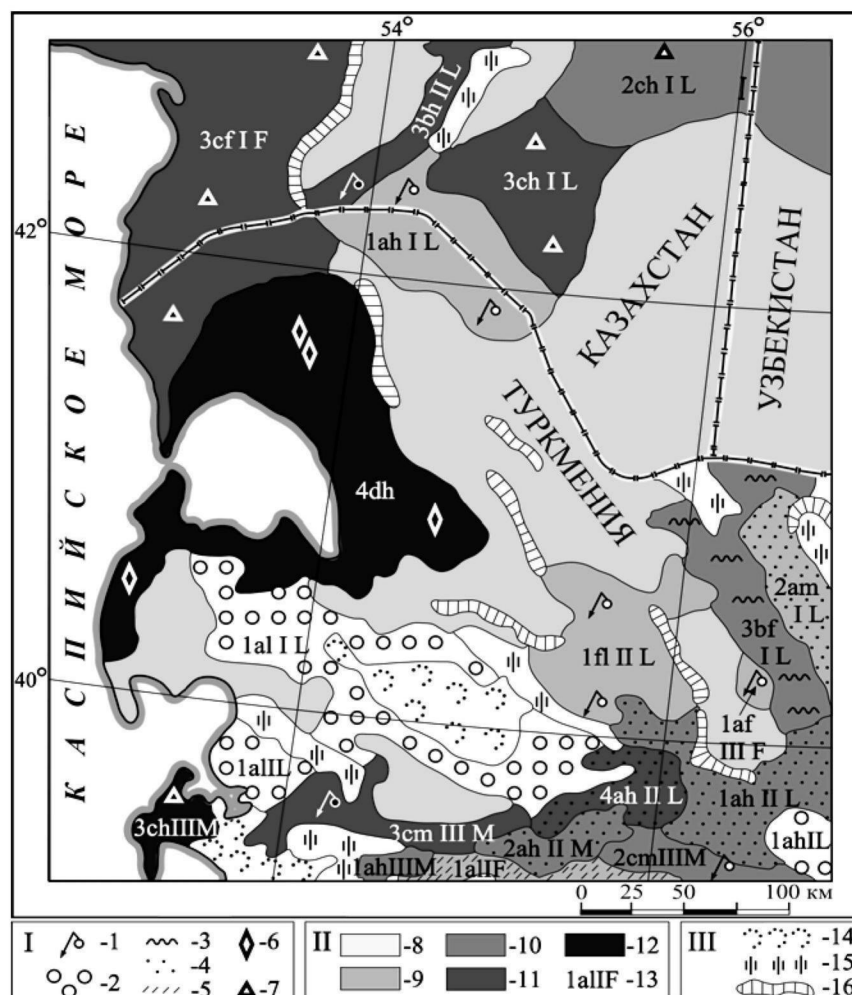


Рис. 1. Фрагмент карты антропогенного опустынивания для аридной территории СССР (1985). Цифрами показаны: I – Типы опустынивания: 1 – деградация растительного покрова; 2 – опустынивание вокруг колодцев; 3 – деградация в результате недовыпаса; 4 – дефляция; 5 – водная эрозия; 6 – засоление почв; 7 – техногенное опустынивание. II – Степень опустынивания: 8 – опустынивание отсутствует; 9 – слабая; 10 – умеренная, 11 – сильная; 12 – очень сильная; 13 – формула суммарной оценки. III – Категории земель, исключенные при оценке опустынивания: 14 – массивы подвижных песков; 15 – солончаки; 16 – каменистые склоны. **Fig. 1.** Fragments of the Map of anthropogenic desertification in the arid lands of the USSR. I – Types of desertification: 1 – degradation of vegetation cover; 2 – degradation around wells; 3 – degradation as a result of absence of grazing; 4 – deflation; 5 – water erosion; 6 – high salinity of soils; 7 – technogenic desertification. II – Degree desertification: 8 – nil; 9 – slight; 10 – moderate, 11 – high; 12 – very high; 13 – formula of total evaluation. III – Land categories which are not included in assessment of desertification: 14 – moving sands; 15 – solonchaks; 16 – rocky slopes.

Беда в том, что достоверной экстраполяции мешает значительная пестрота состояния элементарных экосистем в контурах, а также различие в характеристиках выделяемых территориальных единиц. То есть, при мелком масштабе карты основная трудность в интегральной оцен-

ке деградации земель состоит в достоверном выделении аналогичных территориальных единиц и соотношении различных экосистем в картируемых выделах. Если для крупного масштаба приемлемо объединение в контуре элементарных экосистем и их совокупностей, то для мелкого масштаба единицами картирования будут группы и классы экосистем, объединенные географически, то есть по топологии. Они не всегда однозначны по типам опустынивания. При этом, во избежание ошибок уместно учитывать типологию экосистем, то есть объединение их по внутренним признакам, в том числе физиономичности, доминантности, структуре и т.п. В целом, по состоянию почвенно-растительного покрова и критериям состояния этих основных компонентов экосистем в контурах, мы выделяем ряд территориальных единиц: комплексы и сочетания, серии и экологические (иногда эколого-динамические) ряды.

Существенным примером такого метода на почвенно-геоботанической основе служит Карта растительности Казахстана и Средней Азии» (1995) масштаба 1:2500000 и монография «Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области)» (2003). При выделении структурных территориальных единиц большое внимание уделено сопоставлению географии и частично динамики экосистем. К сожалению, оценка деградации не зафиксирована, но возможна по ряду индикаторов (смене доминантов, участию сорных видов, биоразнообразию и др.). Приведена классификация зонально-поясных подразделений, дан обоснованный, близкий к экосистемному, проект ботанико-географического районирования Центральной Азии (ранее называемой Казахстан и Средняя Азия) и определено ее положение на материке Евразии. При отсутствии единого экосистемного районирования субрегиона, данное районирование и картографическая модель могут быть использованы как базовые для составления целевых мелкомасштабных карт субрегиона Центральной Азии.

Для Азии при дешифрировании космоснимков распознавались «Элементарные Единицы Оценки Опустынивания» (ЭЕО) (Харин и др., 1999). Выделяемые по сходству природных условий, типу землепользования, типу и классу опустынивания, ЭЕО имеют экосистемную основу. Космоснимки низкого разрешения NOAA/AVARR в форме вегетационного индекса (NDVI) содержит информацию об опустынивании земель (Султангазин и др., 2003; Харин и др., 1999).

Итак, экосистемный подход, изначально предполагавшийся экологическими конвенциями, служит наиболее существенной методической основой разработки карт опустынивания, как базы выделения контуров, в том числе на мелкомасштабных картах. Опыт использования почвенно-геоботанических карт при *выделении классов экосистем и оценки их антропогенной нарушенности* (Пачикин, Курочкина, 2005), подчеркнул перспективность этого метода (рис. 2, фрагмент района оз. Алаколь). Таким образом, *для составления карт опустынивания предлагается использовать почвенные и геоботанические выделы мелкомасштабных карт, легенды которых служат базой данных для оценки типов, степени и тенденций опустынивания.*

Степень и типы опустынивания

Опустынивание на картах принято характеризовать по показателям степени (или класса) и типов деградации экосистем на основе выделов карты экосистем или ландшафтов. Для обозначения *степени* используется пятибалльная шкала: 1) фоновое состояние экосистем, опустынивание отсутствует, 2) слабое, 3) умеренное, 4) сильное, 5) очень сильное (Конвенция..., 1996, Карта..., 1985).

Но на мелкомасштабных картах, где проведена существенная генерализация в выделах

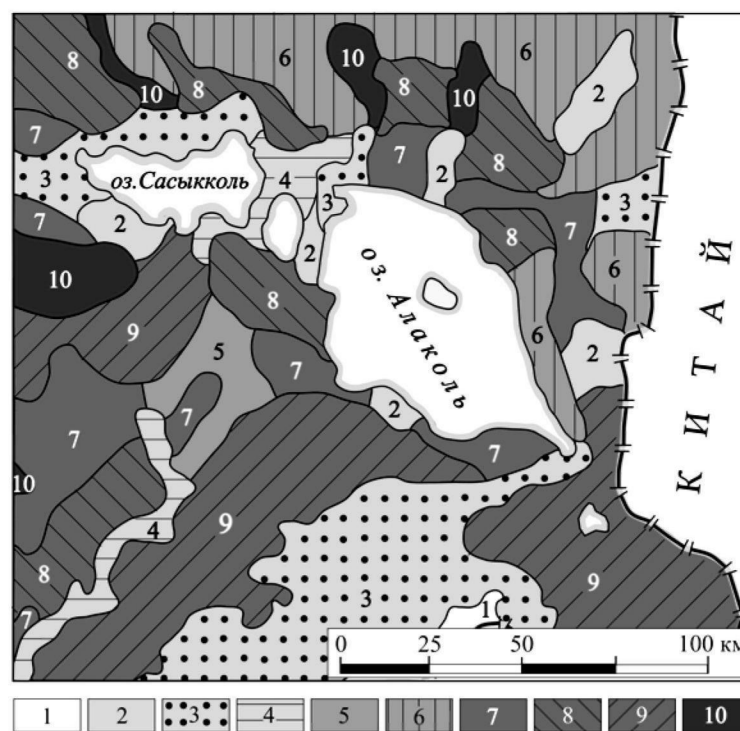


Рис. 2. Степень опустынивания в районе озер Алаколь – Сасыкколь, вост. Прибалхашье (фрагмент Кар-
ты опустынивания экосистем, М: 1:5 000 000; Курочкина, Пачикин, 2005). Цифрами показаны: 1 – фо-
новое состояние (деградации нет); 2 – фоновое, с элементами слабого; 3 – фоновое, с фрагментами уме-
ренного; 4 – фоновое, с фрагментами слабого и умеренного; 5 – фоновое, с фрагментами сильного; 6 –
слабое; 7 – слабое, с фрагментами умеренного; 8 – умеренное; 9 – умеренное, с фрагментами сильного;
10 – сильное. **Fig. 2.** Degree of desertification in the area of Alakol – Sasykkol (East Balkhash lake region).
Fragments of the Map of ecosystem's desertification. S: 1:5 000 000 (Pachikin, Kurochkina, 2005). 1 – nil; 2 –
nil with elements of slight desertification; 3 – nil with fragments of moderate desertification; 4 – nil with frag-
ments of slight and moderate desertification; 5 – nil with fragments of high desertification; 6 – slight; 7 – slight
with fragments of moderate desertification; 8 – moderate; 9 – moderate with fragments of high desertification;
10 – high.

обобщены экосистемы разной степени опустынивания, что отлично фиксируется на космоснимках по структуре изображения, особенно по сезонам и годам. Пестротность в пределах выделов предопределяет наличие совокупности различных классов опустынивания. Это возможно отразить на картах мелкого масштаба только путем построения еще более дробной шкалы с выделением промежуточных степеней опустынивания. Например, выявить контуры с наличием степени фоновое состояние с фрагментами слабого или умеренного; слабого опустынивания с фрагментами сильного, умеренного с фрагментами слабого и сильного, сильного с фрагментами слабого и др. Эти дополнительные данные усилят достоверность качественной оценки. Источником информации о пестротности картируемых выделов служат аэрофото- снимки и космоснимки. Их наземная дешифровка на ключевых участках выявит реальную пестротность и поможет, при необходимости, установить процентное соотношение совокупности экосистем и степени их опустынивания в картируемых выделах. При последующей экстраполяции соотношение экосистем и степеней опустынивания могут быть уточнены. Подобный прием дешифровки использован для оценки опустынивания экосистем поймы р. Или, где по материалам наземных исследований и спутниковым данным высокого разрешения выделено 10 комплексных степеней опустынивания (Султангазин и др., 2003). Например, продолжая нача-
тую разработку оценки опустынивания
по выделам водно-болотных и пустынных экосистем (Пачикин, Курочкина, 2005) территории

в районе озер Сасыкколь – Алаколь (восточное Прибахашье и Джунгарские ворота) для мелкомасштабной карты 1:500 000, при необходимой генерализации мы определяем 8 степеней опустынивания по легенде Карты экосистем (рис. 2). Номера выделов соответствуют 14-балльной шкале, предложенной нами для Карты опустынивания Республики Казахстан.

Иной подход предложен для характеристики опустынивания территории бассейна Аральского моря (Евстифеев, Рачковская, 1991). Выявлено всего три степени опустынивания: слабое, умеренное, сильное. Они разграничены по основным факторам *антропогенного воздействия* для земель, используемых в хозяйствах. Земли интенсивного использования: урбанистические, горнопромышленные, транспортные, ирригационные, богарно-сенокосные, пустынно-пастбищные, горно-пастбищные. Таким образом, на карте обозначено 18 категорий степени деградации земель. Возможно, этот прием более перспективен для оценки причин (факторов) антропогенной деградации. Но не всегда основывается на необходимой фактической характеристике геосистем (экосистем), нумерация которых приведена на карте. Например, не указано использование исчезающих древесно-кустарниковых зарослей, лесопокрытой площади. Не подчеркнут также тип опустынивания. Отдельно выделены сильно деградированные земли: осушенные и затопляемые сбросными водами. В их числе обсохшее дно Аральского моря. Завуалирован фактор зарегулирования стока основных рек Аральского бассейна, осушения Арала и прилегающих земель, бывших в сельскохозяйственном использовании. Типы опустынивания не показаны, но существенным является отражение типов деградации (низкие, средние, высокие) для геосистем по республикам СНГ.

Отражение на искомым картах типов опустынивания

Типы опустынивания служат показателями следствия и глубины деградации компонентов экосистем. Наиболее удобен и приемлем способ показа значками или буквами при номере выделов. Но при многообразии типов опустынивания на мелкомасштабных картах возможен матричный вариант, дополняющий карту или прилагаемая к карте поконтурная ведомость. Матрица дает необходимую детализацию типов по компонентам экосистем, затронутых процессами опустынивания.

На первых картах опустынивания обобщенно значками выделялись различные по объему типы деградации: деградация растительности, засоление почв, дефляция, скотосбой вокруг колхозов, техногенное опустынивание, опустынивание, связанное с зарегулированием стока рек (Карта..., 1985). Разработаны основные критерии (Пояснительная..., 1987), позволяющие обоснованно оценить деградацию растительности, почв, рельефа. В дальнейшем для пахотных земель дополнительно выделен *тип дегумификации почв* (Национальная..., 1966), т.е. их истощение при отсутствии севооборотов. На пашне усиливаются засухи (Зонн и др., 1996), что приводит к деградации почв. Орошаемые пахотные земли также со временем деградируют, снижается их природное плодородие, происходит засоление или заболачивание. Бросовые старопахотные земли – залежи становятся источником распространения карантинных сорняков. Перевод их в пастбищные угодья, особенно на стадии бурьянистого зарастания, неоправдан, а рекомендуемое «залужение» капиталоемко и малодоступно для мелких крестьянских хозяйств. Пока это «бросовые земли», подверженные длительному процессу биологической саморегуляции и восстановления устойчивых, зональных экосистем.

Значительно расширено представление о типах техногенного опустынивания, особенно в районах урбанизации, линейных сооружений, горно-промышленной деятельности. К сожалению на общих мелкомасштабных картах опустынивания показ площади их распространения не реален, или возможен на серии целевых карт-плюров. В дополнении к основной карте (Национальный..., 1998), как типы опустынивания при техногенных воздействиях на био-

разнообразие отмечены, например: *загрязнение водоемов, почв, грунтовых вод, атмосферы* при разведке и разработке месторождений; *создание токсичной среды обитания* при воздейст-

вии перерабатывающей промышленности, ядерных испытаниях, падении космических ракет, накопителей отходов у населенных пунктов; *угроза аварийных ситуаций* при разливах нефти, утечке газа; *транзит инфекций* по линейным сооружениям; *исчерпание самоочищающей способности* экосистем, рек, водоемов при накоплении тяжелых металлов, пестицидов, дефолиантов, агрессивных ядовитых растений; *воздействие электромагнитного излучения* по высоковольтным линиям электропередач и др.

Урбанизационные кольца - бедленды

Крупные города и поселения всюду сопровождаются многочисленными свалками. Вокруг мелких сел и аулов образуются кольца сильно деградированных пастбищ. К урбанизационным кольцам опустынивания добавляются ленты базаров, заправок и автомоек вдоль пригородных автомагистралей. Внутри крупных поселений и столичных городов зеленые насаждения, в том числе парки и бульвары уничтожаются при расширении дорог, строительстве стоянок автомашин, супермаркетов и строений бытового обслуживания. Своеобразные элементы деградации существуют и среди многочисленных пригородных дач, часть которых заброшена, и превращена в сорняковую неудобь.

В горных условиях, в предгорьях, вдоль горных рек и ущелий возникает своеобразная частнособственническая рекреационная зона, охраняемая высокими заборами – зона элитных коттеджей. При этом уничтожается природная растительность – горные леса, в том числе на территории парков. Это новые районы опустынивания, зоны риска оползней, селей и язв дефляции.

Все эти очаги опустынивания на картах, как правило, не обозначаются из-за недоступности землеустроительной информации или ее отсутствия и закрытости. На мелкомасштабных картах рекомендуется обозначить их условно – красными кольцами, линиями или другими немасштабными знаками. Желательно создать *особую базу данных* по деградации земель в городских и сельских поселениях, пригородах, дачных массивах, на территории земель общего пользования вокруг животноводческих аулов, частных коттеджей, нарушающих благоприятный экологический режим в защитных водоохранных зонах вдоль рек, в поясах предгорий и гор, парках и районах рекреации. В конечном итоге перечисленная антропогенная деятельность приводит к нарушению норм экологической безопасности и опустыниванию.

Интегральная оценка факторов внешнего воздействия на экосистемы, их последствия, т.е. проявления типов деградации (опустынивания) пока проводится лишь качественно. Количественный математический анализ ограничен из-за отсутствия данных, динамичности процессов опустынивания, несинхронности деградации компонентов экосистем, степени их уязвимости и устойчивости к внешним воздействиям.

Таким образом, при многообразии типов опустынивания, на картах предлагается обозначать значками или буквенными индексами *классы типов*, такие как общая деградация растительности, почв, аридизация, техногенное опустынивание. Дополнительно на матрицах следует характеризовать конкретные типы: засорение, потерю биоразнообразия экосистем, засоление почв, эрозию и др. При детальном анализе деградации растительности и почв следует акцентировать внимание на снижении продуктивности экосистем, смене доминантов растительности, нарушении структуры почв, загрязнении и засорении и т.д. Для растительных сообществ и экосистем при значительной деградации желательно показать ряды смен: ксерофитизации, голофитизации, псаммофитизации. Такие ряды характеризуют эдафические варианты динамики экосистем и тенденции возможной деградации земель.

Детализация покомпонентной оценки

Оценку климатических параметров опустынивания общепринято проводить по анализу засух и запыленности воздуха (Конвенция..., 1966; Карта..., 1985; Пояснительная записка..., 1987; Зонн и др., 1996; Харин и др., 1999), а также альбедо подстилающей поверхности. Периодические длительные засухи увеличивают альбедо, уменьшают влажность, меняют режимы транспирации растений и приводят к опустыниванию. Категории аридности, выделенные для засушливых земель Азии (Харин и др., 1999), для Центральной Азии разделены по интегральным показателям тепло- и влагообеспеченности (индексам биологической эффективности климата поясов или зон. Это характеристики не опустынивания, а климатической обстановки, которой соответствуют природные особенности экосистем, они характеризуют внутреннюю опасность опустынивания. В растительности, например, климатическому поясу соответствуют устойчивые климакс-сообщества, толерантные к данному показателю годовой суммы активных температур и коэффициенту увлажнения, средним показателям засух. По-видимому, необходима оценка изменений этих показателей, в том числе проявления атмосферной и почвенной засухи по годам и сезонам. Для подзоны северной пустыни и зоны степей существенна также оценка морозов и заморозков. Длительные морозы, раннеосенние и поздневесенние заморозки приводят к потере биоразнообразия, выпадению ряда редких видов, к нарушению и деградации растительности.

Для горных территорий наиболее необходимы климатические показатели по экспозиции и крутизне склонов, а также режимы распределения воды в горных областях, так как именно гидрологическая составляющая определяет большинство опасных явлений высокогорий (ледниковые пульсации, лавины, водоснежные и селевые потоки, камнепады и оползни), которые, в свою очередь, приводят к деградации экосистем горных регионов (Кокарев, 1998).

Экосистемы гор по структуре еще более усложнены, а характер деградации неоднозначен по элементам рельефа, что не картируется в мелком масштабе. В большинстве случаев для гор выделяются контуры с совокупностями разных классов деградации земель или дается состояние деградации и перечень риска опасных явлений. При этом практически отсутствуют данные об антропогенных воздействиях на горные территории, которые приводят к возникновению катастрофических селей, лавин, обвалов и оползней, к уменьшению биоразнообразия, засорению и деградации горных ландшафтов (Kokarev, Shesterova, 1997). Фиксирование на картах территорий, подверженных различным видам риска, существенно дополняет материалы по прогнозу деградации земель.

Особую тревогу вызывает новый (ранее не упоминавшийся) тип опустынивания, новый тип техногенных нарушений называемый нами «*опустыниванием недр*». Например, при недостатке энергоресурсов значительно возрастает потребление нефти. «В мире потребляется два барреля нефти на каждый разведанный баррель» (Казахстанская правда, 04.08.06). В странах Центральной Азии интенсивная добыча нефти *на продажу* превышает допустимые экологические нормы и помимо распространения нередких нефтяных загрязнений поверхности земли приводит к значительному (если не полному) истощению ресурса недр. Этот ресурс, принадлежит потомкам, а ныне беспощадно выкачивается для получения *экономических выгод*, при этом социально-экономическая сфера бедного населения районов нефтедобычи не всегда улучшается. На мелкомасштабных картах очаги деградации, связанные с разработкой недр следует выделять особо, в классе сильной степени опустынивания вызывающей комплекс экологических, социальных и экономических последствий и даже чрезвычайные ситуации.

Причины и последствия деградации растительности

Как упоминалось выше, деградация растительности включает основные типы: а) потерю

биоразнообразия, б) засорение, в) снижение проективного покрытия и урожайности, г) смену флористического состава и доминантов, в том числе исчезновение климакс-сообществ и

формирование кратковременно- и длительнопроизводных группировок с низкой устойчивостью к внешним воздействиям.

На картах причины и их последствия не выделяются, однако именно они определяют экологическое состояние экосистем и риски негативного влияния (табл. 2).

Таблица 2. Причинно-следственная взаимосвязь опустынивания растительности.

Table 2. Cause-and-effect interrelations in desertification of vegetation.

Причина	Типы опустынивания	Следствие	Затрагиваемые сферы жизни
Распашка земель	г (гг, гк, гп)	Потеря плодородия	Экологическая, экономическая
Перевыпас	а, б, в, г	Неблагоприятная смена растительности	Экологическая, экономическая, социальная
Нерациональное сенокосение	а, б, в, г	Смена растительности, закустаривание, гибель сенокосов	Экологическая, экономическая, социальная
Рубки деревьев и кустарников	а, б, в, г	Угнетение доминантов, потеря лесистости	Экологическая, экономическая, туристическо-оздоровительная
Пожары и выжигание стерни (в т.ч. на пашне, сенокосах)	а, б, г	Угнетение доминантов, нарушение дернины	Экологическая
Зарегулирование стока рек	а, б, в, г	Неблагоприятная смена растительности и почвенного увлажнения	Экологическая, социально-экономическая
Техногенное загрязнение и разработка недр	а, (б, в), г	Экоцид, длительная неудобь, стихийные бедствия	Экологическая, экономическая
Забрасывание пахотных земель	а, б, в, г	Неблагоприятные для с/х использования состояния растительности: бурьянистое зарастание	Социальная, экономическая
Сезонные многолетние засухи	а, б, г	Ксерофитизация, ухудшение структуры, снижение устойчивости сообществ	Экологическая
Стихийные бедствия		Образование неудобий (бедлендов)	Экологическая, экономическая, социальная

Показ на целевых картах опустынивания, тенденций развития природных объектов (деградации или улучшения) подчеркивает прогнозные ситуации состояния природной среды. При этом возможно и необходимо выявление очагов риска деструкционных процессов в сфере экологической, а также возможных нарушений социально-экономического развития. То есть, выявление возможных очагов опустынивания или риска чрезвычайных природных явлений. Зоны риска, как особая группа территориальных объектов, относятся к разряду потенциально неустойчивых районов, требующих усиленного контроля и возможной защитной мелиорации. На картах опустынивания зоны риска соответствуют сильной и очень сильной степени деградации земель, а в горных и предгорных районах очагам возможного формирования селей, экстремальных паводков, камнепадов по крутым склонам. Такие зоны могут быть воконтурены или отмечены на мелкомасштабных картах внемасштабными знаками. Подобные зоны риска схода селей, например, районированы для Юго-Восточного Казахстана (Тасболат, 2006).

В итоге сильного опустынивания растительности происходит изменение функциональной роли растительности, ее устойчивости и ресурсной значимости. Функциональная роль, как понятие экосистемного уровня рассматривается на эколого-физиологическом уровне. Безусловно, первостепенным в этом аспекте служит фотосинтетическая активность. Дополнительно, наряду с оценкой опустынивания, можно оценить и другие функции, как например обозначенные для растительности Волжско-Уральских песков на западе Казахстана (рис. 3). Средне- и крупномасштабное картографирование Волжско-Уральских песков Казахстана проведено нами в 1993-1994 г. для целей характеристики экологического и ресурсного потенциала. Опустыни-

вание дано по 9-и природным экологическим районам проявления основных факторов воздействия на экосистемы (табл. 3).

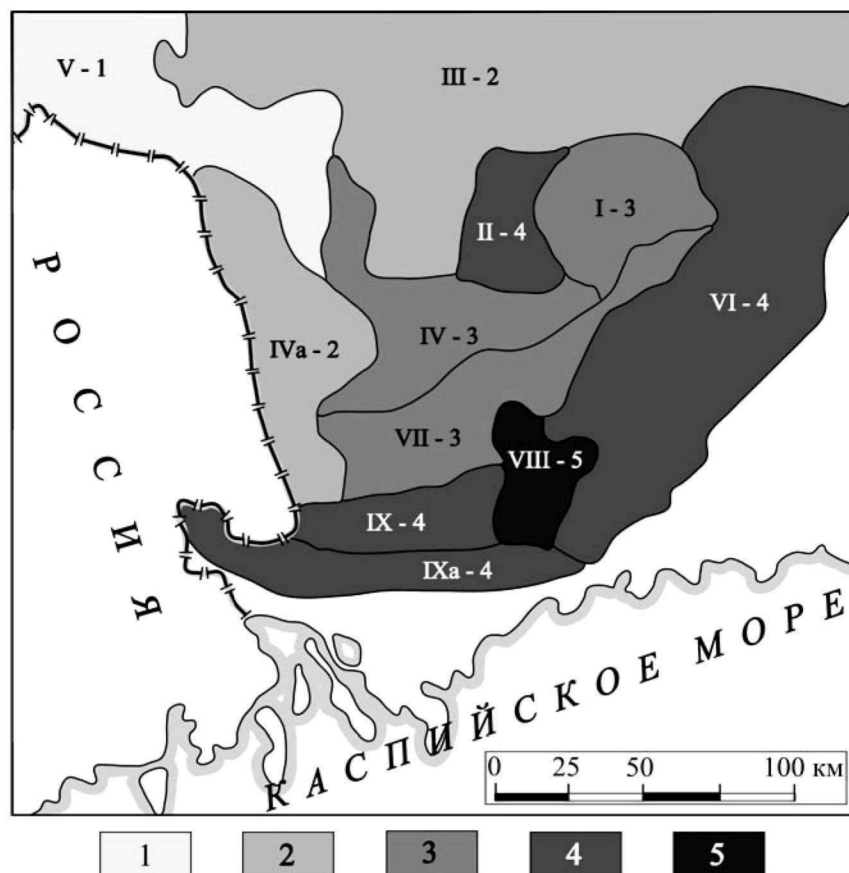


Рис. 3. Опустынивание (1-5) по районам (I-IX) основных факторов воздействия с оценкой их функциональной значимости и ресурсного потенциала (табл. 2). Цифрами показана степень опустынивания: 1 – слабая с очагами сильной; 2 – умеренная с очагами сильной; 3 – сильная с фрагментами умеренной; 4 – сильная; 5 – очень сильная. **Fig. 3.** Desertification (1-5) on regions (I-IX) under impact of main factors with assessment of functional significance and resource potential (Table 2). Degree of desertification: 1 – slight with fragments of high; 2 – moderate with fragments of high; 3 – high with fragments of moderate; 4 – сильная; 5 – very high.

В таблице 3, наряду с классом (степенью) опустынивания, показана *функциональная значимость растительности*: Пф – почвоформирующая; Л – рельефостабилизирующая; Вр – водорегулирующая; П – пастбищная; О – остаточнопастбищная; Г – галомелиоративная; Р – ресурсная; С – лекарственно-техническая (наличие технического и лекарственного сырья). *Ресурсная значимость* (функция Р) отмечена как: Р+ – оптимум ресурса – функциональный оптимум; Р-75% – наличие основных функций; Р-50% – потеря функций; Р-20% – значительная потеря функций; Р-0% – полная потеря функций.

Таблица 3. Районы проявления основных факторов воздействия на экосистемы Волжско-Уральских песков и функциональная значимость их растительности при опустынивании.

Table 3. Zones of main influence factors to ecosystems of Volga-Ural sands and functional significance of vegetation under desertification.

№	Районы	Тип воздействия на экосистемы	Функциональная	Класс опустынивания	Ресурсная значимость
---	--------	-------------------------------	----------------	---------------------	----------------------

			значимость		(функция)
1	Эоловой и солончаковой дифференциации	Дифференцирующий	Л + П + О + С	Сильное + умеренное	Р - 20-50%
2	Эоловой дифференциации мелкобугристых песков	Дифференцирующий	О + Л	Сильное	Р - 20%
3	Слабо возвышенной эолово-аккумулятивной равнины	Дифференцирующий, трансформирующий	Л + Пф + П	Умеренное + сильное	Р - 50-20%
4	Остаточно-чуротный, дефляционный	Дифференцирующий, трансформирующий	Л + П + О + Пф + С	Сильное + умеренное	Р - 20-50%
4а	Озерно-эоловой дифференциации	Дифференцирующий, трансформирующий	Л + П + Пф + С	Умеренное + сильное	Р - 50-20%
5	Пострадиационного воздействия	Трансформирующий, реконструирующий	Г + Л + Пф + П + О	Слабое и оч. сильное	Р - 75 до 0%
6	Дифференцирующего подтопления и дефляции	Дифференцирующий, стабилизирующий	О + Л + С	Сильное	Р - 20%
7	Древне-солончакового опесчанивания	Трансформирующий	Л + П + О + Вр + Пф + Г + С	Умеренное + сильное	Р - 50-20%
8	Аккумулятивно-эоловый, равнинно-барханный (древние скотопрогоны)	Трансформирующий, интегрирующий, дифференцирующий	О + П + Пф + Л	Оч. сильное и сильное	Р - 0-20%
9	Периодического подтопления и трансгрессии моря	Трансформирующий, интегрирующий, дифференцирующий	Л + П + О + Вр + Г + С	Сильное	Р - 20%
9а	Периодических трансгрессий моря	Трансформирующий, интегрирующий, дифференцирующий	Л + П + О + Вр + Г + С	Сильное	Р - 20%

При оценке опустынивания экосистем одним из существенных моментов выявления тенденции динамики служат показатели *биологической саморегуляции* и самовосстановления нарушенных земель до устойчивого климаксового состояния. Длительность восстановления зависит от степени нарушенности, деградации почв и растительности, режимов и норм использования ресурсов при природно-антропогенных воздействиях. Направление комплексных антропогенных воздействий в большинстве случаев вызывает негативный эффект: пахота – засухи и засухи, перевыпас – засорение и дефляцию, снижение продуктивности; зарегулирование стока рек – обсыхание водоемов, озер и ксерофитизацию прибрежных водозащитных экосистем и т.д. Механизмы саморегуляции для аридной зоны изучены крайне недостаточно, но в принципе характеризуют тенденции процесса опустынивания. Желательность показа тенденций на картах опустынивания, таким образом, затруднена из-за отсутствия базы данных и единого экологического мониторинга природной среды. Как правило, тенденции для мелкомасштабных карт обозначаются на основе экспертной оценки степени воздействия и предполагаемого восстановления при уменьшении и снятии антропогенных нагрузок. Для мелкомасштабных карт с обобщенными по степени деградации выделами, тенденции не могут иметь интегрального показателя и требуют более дробной площадной оценки.

В целом по республикам Центральной Азии не решена масса проблем по оценке экологических ситуаций процессов опустынивания. Поэтому в стадии разработки находится и единая карта опустынивания. Накапливающиеся региональные базы данных малодоступны для сельского населения, знакомого с антропогенными процессами деградации земель на практике локальных участков, и это препятствует сохранению экологической и социально-экономической

безопасности в республиках аридной и субаридной зон субрегиона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бабаев А.Г., Залетаев В.С.* К проблеме экологической оценки воздействия орошаемого земледелия на природную среду аридных зон в Центральной Азии // *Аридные экосистемы*. № 4. 1996. С. 62-72.
2. Биоконкомплексные исследования Казахстана. Л.: Наука, 1969. Ч. 1 и 2. 494 с.
3. Ботаническая география Казахстана и Средней Азии в пределах пустынной области. СПб., 2003. 423 с.
4. *Герасимов И.П.* Научные основы мониторинга окружающей среды // *Мониторинг состояния окружающей природной среды*. Л., 1977. С. 41-52.
5. *Гунин П.Д.* Природные процессы опустынивания аридных экосистем // *Автореф. докт. дисс.* М., 1991. 40 с.
6. *Дроздов Н.Н., Мяло Е.Г.* Экосистемы мира. М., 1997. 237 с.
7. *Дэвид С.Г., Томас Г.* Опустынивание: чем определяется дискуссионность проблемы? // *Опустынивание и деградация почв. Материалы международной научной конвенции*. М., 1999. С. 38-52.
8. *Евстифеев Ю.Г., Рачковская Е.И.* Закономерности пространственной дифференциации пустынных экосистем // *Проблемы освоения пустынь*. 1991. № 3. С. 36-48.
9. *Залетаев В.С.* Экологически дестабилизированная среда // *Экосистемы аридных зон в изменяющемся гидрологическом режиме*. М., 1989. С. 150.
10. *Зонн И. С., Глянц М. Г., Рубинштейн Э.* Освоение целинных земель в бывшем Советском Союзе // *Вслед за плугом – засуха*. М., 1996. С. 135-150.
11. Карта антропогенного опустынивания для аридной территории СССР. Масштаб 1:2500 000. Ашхабад, 1985.
12. Карта антропогенной деградации земель в бассейне Аральского моря. Масштаб 1:2 500 000. Туркменгеодезия, 1992.
13. Карта растительности Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). М., 1995. 3 л.
14. *Кокарев А.Л.* Геоэкологические проблемы и деградация экосистем высокогорий Казахстана // *Устойчивость, антропогенная трансформация и оптимизация природной среды Казахстана*. Алматы, 1998. С. 273-275.
15. Конвенция организации объединенных наций по борьбе с опустыниванием. UNCCD, 1996. 84 с.
16. *Курочкина Л.Я., Пачикин К.М.* Карта экосистем территории Алакольской группы озер. Отчет по проекту. Астана, 2005. 1 л.
17. Национальный отчет по сохранению и сбалансированному использованию биологического разнообразия. Республика Казахстан, Алматы, 1998. 96 с.
18. Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием в республике Казахстан. Алматы, 1996. 31 с.
19. *Нечаева Н.Т.* Проблема разработки индикаторов опустынивания // *Проблемы освоения пустынь*. 1978. № 4. С. 3-11.
20. *Огарь Н.П., Брагина Т.М.* Трансформация экосистем и их компонентов: основные термины и понятия // *Трансформация природных систем и их компонентов при опустынивании*. Алматы, 1999. С. 28-32.
21. Опустынивание и деградация почв // *Материалы международной научной конвенции*. М., 1999. 498 с.
22. Пояснительная записка к «Карте антропогенного опустынивания территории СССР» в масштабе 1:2 500 000. Ашхабад, 1987. 31 с.

23. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск, 1978. 318 с.
24. Сукачев В.Н. Идеи развития в фитоценологии // Советская ботаника. 1942. № 1-3.
25. Султангазин У.М., Курочкина Л.Я., Бомонд Т.В., Архинов О.П., Мурадова Н.Р., Терехов А.Г. Опыт экосистемного анализа опустынивания при дистанционном зондировании в Казахстане // Проблемы освоения пустынь. 2001. № 4. С. 3-11.
26. Тасболат Байболат. Научно-методологические основы оценки селевого риска в горных и предгорных районах Юго-Восточного Казахстана // Автореф. докт. дисс. Алматы, 2006. 48 с.
27. Титов Ю.В., Огарь Н.П., Убугунов Л.Л., Убугунова В.И. Методы оценки современного состояния экосистем речных пойм Монгольской Народной Республики. Улан-Батор, 1990. С. 37-38.
28. Харин Н.Г., Р. Ташеини, Х. Харахиш. Оценка и картографирование опустынивания засушливых земель Азии // Опустынивание и деградация почв. Москва, 1999. С. 74-97.
29. Kokarev A., Shesterova I. Geoeological problems in Kazakhstan's Highmountains // The Effects of Human Activities on Water Resources and Environment in Central Asia and Evaluation of Snow Resources an Tianshan Mountains. Urumqi, 1997. pp. 66-70.

TO THE METHODS ON MAPPING OF DESERTIFICATION IN SMALL SCALE

© 2007. L.Ya. Kurochkina*, A.L. Kokarev**

**Institute of Botany and Phytointroduction of the Ministry of Education and Science Republic of Kazakhstan
Kazakhstan, 050040 Almaty, ul. Timiryaseva, 44, E-mail: lidiya-kurochkina@yandex.ru*

***Institute of Geography of the Ministry of Education and Science Republic of Kazakhstan
Kazakhstan, 050010 Almaty, ul. Pushkina, 99*

Realization of UN Convention to combat desertification proposes working out maps of desertification in areas with land degradation. Lack of methodology, difficulties in terminology, non-coordination in understanding of degradation processes, shortage of modern data on ecological conditions of ecosystems are the reasons which hamper the progress of mapping in the Central Asian region.

To control the processes of desertification are necessary have the basic data: Land use maps; anthropogenic load on agricultural lands; large-scale maps with degree and types of desertification; rate of withdrawal of biological resources; risks of loss of biodiversity and productivity, resistance of ecosystems to human impact. Small-scale maps of desertification for Central Asia have been working out on national, sub-regional, regional levels. They are still absent in "World Atlas of desertification". These put obstacles in the way of realization of action plan to combat desertification and global ecological management.

Ecosystem approach gives integral assessment of components, its functioning, resistance and self-regulation. Degree of desertification in maps is marked by color, types of desertification – by sign and letter at number. Short characteristics of some conceptual approaches has been done in the article. There is a difficulty for assessment of degradation in small-scale maps to distinguish ecosystem patchiness and integration of units; groups and classes of ecosystems with different degree of transformation. They are not usually equivalent in degree and types of desertification. It is suggested to use combination of 2-3 indices instead of 5-point scale. For example: combination of weak degree with fragments of high, moderate with weak centers. Air- and space images are a source of information about complexity. Additional types of desertification (de-humification of soils, transit of infections along line structure, urban bed-lands, etc.) have been marked out. Examples of component-wise evaluation on climate, degradation of mountain ecosystems, risks of extraordinary situations, functional and resource importance of ecosystems and their change under desertification are mentioned in the article.