



УДК 621.383; 621.472

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ПУСТЫНЬ: ЗАСУШЛИВЫЕ ЗЕМЛИ МИРА, РОСТ НАРОДОНАСЕЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕЛИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

*А.М. Пенджиев*

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
Туркменистан, 744032, Ашхабат-32, м. Бекрова, Солнечный 4/1  
Тел.: (99312)37-09-50, e-mail: ampenjiev@rambler.ru

Заключение совета рецензентов: 15.09.13    Заключение совета экспертов: 20.09.13    Принято к публикации: 25.09.13

Статья рассматривается как аналитический источник базовой информации экологических проблемы освоения пустынь и опустынивания, приведена карта населения засушливых земель мира и рост народонаселения до 2025 года, указывается на тенденции, имевшие место на протяжении последних десятилетий, соединяя и сочетая задачи и существующие приоритеты. Коротко описана история пустынь, опыт туркменских ученых по использованию солнечно-ветровых установок, разработанные автономные гелиоэнергетические комплексы при освоении пустынных земель и их эколого-энергетических ресурсы.

Ключевые слова: экология и энергоресурсы пустынь, автономный гелиоэнергетический комплекс, опустынивание, проблемы освоения пустынь, биогаз, гелиотеплицы, гелиоопреснитель

### **ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF DESERTS DEVELOPMENT: DROUGHTY EARTHS OF THE WORLD, POPULATION GROWTH, USE OF HELIO-ENERGY USE COMPLEXES**

*A.M. Penjiev*

Turkmen State Institute of Architecture and Construction  
Solnechny 4/1, m. Bekrova, Ashabad-32, 744032, Turkmenistan  
Tel.: (99312) 37-09-50, e-mail: ampenjiev@rambler.ru

Referred: 15.09.13    Expertise: 20.09.13    Accepted: 25.09.13

Article is considered as an analytical source of basic information of an environmental problem development of deserts and desertification, a map the population of droughty earths of the world and growth of the population till 2025 is presented; the paper specifies the tendencies, which were taking place throughout last decades, connecting and combining problems and existing priorities. The history of deserts, experience of Turkmen scientists on using the solar-wind installations, developed independent helio-energy complexes at development of deserted earths and their environmental-power resources are shortly described.

Keywords: ecology and power resources of deserts, independent helio-energy complex, desertification, problems development of deserts, biogas, solar greenhouse, solar water distiller.

#### **Введение**

*Актуальность проблемы.* Интерес к проблеме комплексного изучения и хозяйственного освоения пустынных территорий мира никогда еще не был столь глубоким и всесторонним как в настоящее время. Это связано, прежде всего, с быстрым увели-

чением роста народонаселения земного шара и развитием нано-инновационных технологии, позволяющих не только проникнуть глубоко в «тайны» природы, но и широко использовать территории, еще мало заселенные и слабо вовлеченные в сферу деятельности человека.

В географическом же понимании пустыни – это обширные природные области с крайне сухим, жарким климатом, скудными осадками и сравнительно редкой растительностью. Малочисленное население пустынь искусно приспособилось к тяжелым природным условиям.

В долинах и дельтах редких в зоне пустынь рек зелеными островами располагаются земли, обеспеченные водой и превращенные многими поколениями людей в оазисы. На них приходится только 3% пустынной территории, но это самые плодородные земли с городами, с большой плотностью населения, с хорошо развитой промышленностью.

Оазисы кормят все население пустыни и дают стране сельскохозяйственную продукцию. Ареалы производства ограничены: хлопчатник средне- и тонковолокнистый, кенаф, джут, рис, джугара, табак, а также плодовые – маслины, миндаль, гранаты, айва, персики, фисташки, грецкие орехи и др. Пустыня, в свою очередь, дает население оазисов и стране мясо, шерсть, овчину, каракульские смушки, а также минеральное сырье и топливо для промышленности. Таким образом, зона пустынь обладает целым рядом благоприятных природных компонентов и большими разнообразными естественными ресурсами. Они служат важной предпосылкой развития здесь орошаемого земледелия, пастбищного животноводства, добывающей и обрабатывающей промышленности, санаторно-курортного хозяйства и туризма [2-4].

В прошлом население пустынных районов жило в необычайно трудных социально-экономических условиях, использование природных ресурсов пустынь осуществлялось примитивными способами и очень медленными темпами.

Насущные потребности экономического и социального развития СНГ в целом и странах Центральной Азии постоянно привлекали внимание правительства страны к проблеме освоения и преобразования пустынь. Принимались самые неотложные меры для подготовки высококвалифицированных специалистов. В пустыню направлялись крупные экспедиции под руководством видных ученых и специалистов. В Ашхабаде 1962 г. был создан Институт пустынь Туркменистана.

Результаты крупных экспедиционных исследований, проведенных за последние пятьдесят лет, позволили выявить в пустынях ряд ценнейших природных ресурсов, рациональное использование которых имеет общенародно-хозяйственное значение. Более того, широкое вовлечение территорий пустынь в промышленное и сельскохозяйственное использование, строительство городов и поселков, сооружение каналов и дорог – все эти крупные мероприятия коренным образом разрушили прежние представления о бесплодности пустынь Средней Азии и Казахстана.

В наши дни пустыни Туркменистана стали ареной широкого промышленного и сельскохозяйственного использования. Их природные ресурсы составляют огромный и ценный экономический потенциал страны.

Туркменистан одним из первых в 1996 году ратифицировал Конвенцию ООН по борьбе с опустыниванием, приступив уже через год к реализации собственного Национального плана действий. По инициативе Президента Туркменистана Гурбангулы Бердымухамедова в стране разрабатывается ряд масштабных природоохранных проектов, которые вносят весомый вклад в сохранение окружающей среды и рациональное природопользование как на национальном, так и международном уровне. В стране накоплен бесценный опыт по предотвращению деградации земель и борьбе с опустыниванием. В этой многовекторной и масштабной работе охрана окружающей среды и рациональное природопользование являются приоритетными направлениями государственной экологической политики Туркменистана [1].

### Пустыня как природная среда

**Физико-географическая характеристика.** Пустыни в СНГ занимают более 210 млн. га, что составляет около 10% его площади. Они, в основном, расположены в пределах равнин Туркменистана, Узбекистана и южного Казахстана. С севера на юг пустыни простираются на 1200 км, а с запада на восток – на 2500 км. Поэтому не удивительно, что при такой громадной площади природные условия пустынь очень разнообразны. В пределах пустынь СНГ находятся земли древнего орошения, ранних цивилизаций, очаги дикорастущих и окультуренных растений, эндемичных пород скота, выведенных благодаря многовековой народной селекции. Пустыня – совершенно особый, мало с каким-либо другим сравнимый ландшафт Земли. Климатически много общего есть у нее с пампой, саванной и полупустыней, объединяемых в аридную (от лат. aridus – сухой) зону. Однако основные черты аридности наиболее свойственны пустыне [15].

О закономерностях формирования и развития пустынных ландшафтов на земном шаре написано много книг и статей [2-8], где учеными доказано, что существование пустынь зависит, прежде всего, от распределения на земном шаре тепла и влаги. Общеизвестно, что те участки земной поверхности, которые получают прямые лучи солнца, нагреваются сильнее, чем другие. Следовательно, больше всего тепла получают экваториальная и приэкваториальная зоны. Над экваториальным поясом нагретый и легкий воздух постоянно устремляется в верхние слои атмосферы, где, сгущаясь и охлаждаясь, теряет основную часть своей влаги, выпадающей в виде тропических ливней. В верхних слоях атмосферы уже иссушенный воздух растекается в обе стороны от экватора – на север и на юг. Эти воздушные потоки, называемые антипассатами, под действием вращения Земли все больше отклоняются в Северном полушарии вправо, в Южном – влево. Об их направлении можно судить хотя бы по движению высоких обла-



ков. Примерно под широтами 35-40°, т.е. в субтропической зоне, угол отклонения ветров составляет около 90°, и они распределяются по параллелям.

Таким образом, здесь их дальнейшее продвижение на север прекращается, и тем самым создаются условия для направления этих ветров на юг, но уже в нижних слоях атмосферы, в виде пассатов. Пассаты подтягиваются к экваториальной полосе и компенсируют поднимающийся над экватором воздух. Поскольку в области снижения антипассатов много тепла, воздух, опускаясь и двигаясь к югу, еще более разогревается и становится жарким. Чем теплее воздух, тем больше влаги нужно для его насыщения. Вот почему в области пассатов образуются жаркие

пустыни с крайне сухим климатом, где месяцами, а местами и годами не выпадает ни капли дождя. Если бы суша покрыла всю поверхность Земли, и не было бы крупных водных бассейнов, вдающихся глубоко в сушу и создающих чрезвычайно сложную береговую линию, тогда пояс пустынь Северного и Южного полушарий был бы непрерывным.

Конечно, одним только этим трудно объяснить весь механизм образования пустынь. Он зависит и от целого ряда других природных факторов: от давления воздуха, очертания материков, вращения Земли, рельефа поверхности, горизонтального и вертикального перемещения воздушных масс, ряда местных природных особенностей и т.п. (рис. 1.) [2-6, 17, 18, 21].



Рис. 1. Засушливые земли мира [17, 21]  
Fig. 1. Droughty earths of the world [17, 21]

В СНГ пустыни наиболее обширны и типичны для равнинной части Средней Азии, где расположены крупные пустыни Каракум и Кызылкум.

Пустыня Каракум – самая большая в СНГ и одна из крупнейших на Земле. Расположена она между предгорьями Копет-Дага, Карабиля и Бадхыза на юге, Хорезмской низменностью на севере, долиной Амударьи на востоке и руслом Западного Узоя на западе. Протяженность Каракумов по параллели – около 800 км, по меридиану – около 450 км, общая площадь – более 350 тыс. км<sup>2</sup>. По особенностям геологического строения, рельефа почв, растительности ученые делят Каракумы на Заунгузские, или Север-

ные, Низменные, или Центральные, и Юго-Восточные. Эти три крупные части отличаются одна от другой не только происхождением и природными условиями, но и степенью хозяйственного освоения.

Песчаный рельеф Каракумов разнообразен – здесь можно встретить такие формы рельефа, как грядовые, грядово-ячеистые и бугристые пески. Эти формы занимают 2/3 площади Каракумов. Распространены в Каракумах барханные цепи – медленно движущиеся огромные массы песка, заносящие иногда селения, поля и сады.

Характерны также сухие русла, солончаки, такыры. Иногда встречаются огромные такыры – в сотню квад-

ратных километров. На такырах собирается дождевая вода – атмосферные осадки и горные потоки воды, стекающие на плоские предгорные равнины. Вода быстро испаряется, оставляя на песке принесенные ей глинистые частички, образующие плотную корку.

В Каракумах практически нет воды, кроме подземной. Здесь, в пустыне, разбросано, то гуще, то реже около 20 тыс. колодцев.

Пустыня Кызылкум находится в междуречье величайших рек Средней Азии – Амударьи и Сырдарьи. Это пространство, обозначаемое обычно на карте как «пески Кызылкум», в действительности представляет собой сложную и многообразную мозаику каменистых и глинистых плато, всхолмленных песков, бессточных котловин, изолированных горных возвышенностей, солончаков и такыров. Площадь Кызылкумов 300 тыс. км<sup>2</sup>.

Посредине равнинной части пустыни поднимаются горные массивы Букантау, Алтынтау, Тамдытау, Ауминзатау и Кульджуктау. Наибольшую площадь территории занимает Кызылкумское плато, имеющее среднюю высоту около 200 м над уровнем моря.

Различные формы рельефа неповторимы и пестры сочетаниями красок внутри этой своеобразной области. Разнообразны почвы, условия залегания подземных вод – все это придает большую пестроту природному облику отдельных частей Кызылкумов, создает пестроту ландшафтов.

Растительный покров пустынь Средней Азии беден. В песчаных пустынях растут мелкие и крупные кустарники. Они служат топливом для людей, кормом скоту. Среди травянистой растительности преобладают эфемеры, эфемероиды – (песчаная осочка), солянки, полынные и полынно-кустарниковые заросли.

Из животных в пустынях обитает джейран, заяц-толай, ушастый еж, варан, ящерицы, змеи (эфа, гюрза). Из одомашненных животных следует отметить незаменимых в пустыне овец и верблюдов. Овцы дают мясо – основной продукт питания скотоводов, а также прекрасную шерсть, овчину. Из шерсти овец ткнут ковры, мешки, делают войлок, веревки и многие другие предметы домашнего обихода. Войлоком или кошмой покрывают деревянный остов юрты, устилают земляной пол. Из овчины шьют шубы, меховые шапки, выделывают кожу для обуви [2-4].

Не менее полезен в хозяйстве скотовода верблюд. Он тоже дает мясо, шерсть, кожу. Из верблюжьих шкур шьют кожаное ведро (по-туркменски «гова»), которым черпают из колодца воду. Дойные верблюдицы в течение 18 месяцев дают молоко, по жирности превосходящее коровье. Разбавленное пресной водой (при ее отсутствии – солоноватой) и заквашенное, оно превращается в витаминный кисломолочный продукт – чал, незаменимый в жаркую погоду. Чал насыщает и утоляет жажду. В пустыне он необходим человеку как дополнительный источник влаги.

Верблюд служит также и рабочим скотом. С его помощью человек достает из колодца воду. Приспособленный, благодаря строению копыт, к передвижению по пескам, выносливый и неприхотливый к воде и корму, верблюд по универсальности хозяйственного использования даже в наши дни незаменимый помощник жителей пустынь.

### *Немного из истории освоения пустынь*

Несмотря на тяжелые природные условия – жаркий и сухой климат, отсутствие влаги и т.д. – пустыня была одним из древних мест обитания человека, развития ранних цивилизаций. В пустыне встречаются древние стоянки человека, развалины крепостей, следы древнего орошения. Среди ныне безлюдных, выжженных зноем пустынь, тысячелетия назад цвела жизнь во всем ее многообразии. Одни народы кочевали по пустыне со своими стадами, другие – жили оседло в оазисах. Египет между Сахарой и Аравийской пустыней, Месопотамия рядом с Сирийской пустыней, Хорезм между Каракумами и Кызылкумами, Древний Мерв в Юго-восточных Каракумах, Согд между Кызылкумами и Голодной степью – таков неполный перечень древних центров культуры, оставивших большой след в науке, технике, искусстве [2-6].

Разумеется, не пустыня сама по себе порождала древние цивилизации. Их создавал труд многих поколений людей, приложенный, однако, не в любом месте пустынной зоны, а в долинах или дельтах рек, таких, как Нил, Тигр и Евфрат, Амударья, Сырдарья, Мургаб, Зеравшан и другие. Древние цивилизации возникали также на предгорных равнинах, орошаемых небольшими реками, на древних торговых путях, на стыке пустыни и речных долин или пустыни и предгорных равнин, и обязательно у источника воды. С ее помощью можно было пользоваться такими благоприятными сторонами климата пустынь, как длительный вегетационный и безморозный периоды, большая сумма активных температур за год позволяет выращивать ценные продовольственные и технические, в том числе теплолюбивые, культуры. Располагая оросительной водой, можно ослабить неблагоприятное для растений влияние обжигающего зноя, суховеев, сильных ветров, словом, превратить участок пустыни в оазис. Орошая водой земли пустыни и пользуясь благами ее климата, люди получали высокие урожаи различных сельскохозяйственных культур [15].

Поливное земледелие требует организованно распорядиться водой, своевременно и в меру поливать поля. Для этого нужна ирригационная сеть, ремонт и поддержание всех сооружений в рабочем состоянии. Так развивается инженерное искусство. В одних местах орошаемое земледелие остается мелким по своим масштабам и ведется примитивно, в других занимает большую площадь и достигает технически высокого совершенства. Одновременно возникает и упрочивается централизация всех работ по орошению, строительству и ремонту ирригационной сети, а тем самым



и централизованное управление. В письме к К. Марксу Ф. Энгельс писал о странах, находящихся в поясе пустынь: «Земледелие здесь – это искусственное орошение, а оно является делом общин, либо провинции, либо центрального правительства». И далее говорится: «Плодородие земли достигалось искусственным способом, и оно исчезало, когда оросительная система приходила в упадок; этим объясняется тот непонятный иначе факт, что целые области, прежде прекрасно возделанные, теперь заброшены и пустыни (Пальмира, Петра, развалины в Йемене и ряд местностей в Египте, Персии и Индостане)».

Орошаемое земледелие нуждалось не только в воде, но и в том, чтобы заранее предусмотреть время разливов реки, размеры ожидаемого стока воды, наполнить водоемы и избежать наводнения и разрушения плотин. Это вело к развитию точных наук – математики, астрономии. «Необходимость вычислять периоды подъема и спада воды в Ниле создала египетскую астрономию, а вместе с тем господство касты жрецов как руководителей земледелия».

В Древнем Мерве в особом водоеме, наполненном весной мургабской водой, стояла доска с делениями. По ней определяли наступление урожайного или засухливого года и, соответственно этому прогнозу, распределяли воду. Так возникали науки, помогавшие преобразовывать земли пустыни в культурный ландшафт, управлять водой, развивать земледелие, ремесла, торговлю [2-8].

Кочевники хорошо знали окружающую их природную среду и находили воду. Ушли в далекое прошлое кочевники. Растет число крупных животноводческих поселений. Это центральные поселки и фермы совхозов и колхозов. Они обладают всеми современными средствами механизации, необходимыми в условиях поливного земледелия и пустынно-пастбищного животноводства.

В пустыне сложилась совершенно определенная специализация сельского хозяйства – выращивание хлопчатника, разведение каракульских овец. Такой сельскохозяйственный профиль, учитывающий природные особенности пустыни, экономически наиболее целесообразен и соответствует интересам народного хозяйства всей страны.

Структуру роста промышленности пустынь предопределили их природные богатства, имеющие промышленное применение. В Каракумах добываются нефть и природный газ, бентонит, на берегу залива Кара-Богаз-Гол и в предгорьях Копет-Дага – сульфат, в Кызылкумах обнаружены месторождения природного газа, золота; пески получили применение в качестве строительного материала. Нефтегазовые запасы пустынь не только полностью обеспечивают растущие потребности Средней Азии и Казахстана, но и позволяют передавать значительное количество нефти, нефтепродуктов и газа в другие страны мира.

Широким фронтом ведутся опыты по промышленному использованию возобновляемых источников энергии ветра и солнца. В то же время не потеряли сво-

его значения земельно-водные и пастбищные ресурсы. Более того, появились новые технические средства регулирования крупных рек, передачи воды на большие расстояния, сохранения и обогащения растительного покрова, закрепления песков от развевания. Орошаемое земледелие и пастбищное хозяйство все больше и больше опираются на научные основы.

Иной стала жизнь в пустыне благодаря современному транспорту: автомашинам с высокой проходимостью, самолетам, вертолетам, поездами. Сократились во времени расстояния, исчезла прежняя недоступность или труднодоступность из-за отдаленности района или отсутствия пресной воды. Передвигаясь со скотом на новое пастбище, чабаны отправляют семью, юрты и все имущество на автомашинах. На пастбищах не редкость увидеть мотоцикл, на котором чабан едет к соседнему колодцу в дайханское селение, даже выпасает скот.

Не потеряли еще своего значения верблюды, но их применение, а потому и количество, заметно уменьшилось: они уже не используются для караванного транспорта, мало применяются для развозов по пустыне: у колодцев, особенно у глубоких, их нередко заменяют насосы. Но они еще нужны, чтобы доставать воду из старых колодцев, не пригодных для механизированного водоподъема. Нужны верблюды и для перевозки малых грузов.

### Определение засушливых земель

Засушливыми землями являются аридные, полуаридные, а также сухие субгумидные территории. В табл. 1 представлено определение критерия аридности территории и доля суши в мире.

В контексте устойчивого развития термин обычно не включает гипераридные территории (пустыни). Деградация почв на засушливых землях часто создает условия, схожие с пустынными. С точки зрения охраны окружающей среды, засушливые земли характеризуются:

- необильными, нечастыми, нерегулярными и непредсказуемыми осадками;
- значительными перепадами дневной и ночной температур;
- почвами с небольшим содержанием органических веществ и недостаточным количеством воды;
- флорой и фауной, адаптированной к таким климатическим условиям (засухоустойчивая, солевыносливая, теплоустойчивая, умеющая справляться с недостатками воды).

Большая часть из 2 миллиардов жителей планеты, проживающих на засушливых территориях, приходится на развивающиеся страны. Подавляющее большинство живет за чертой бедности и не имеет доступ к необходимому количеству пресной воды. Засушливые земли занимают 41,3% поверхности суши нашей планеты, и до 44% всех культивируемых площадей приходится на районы засушливых земель [17-21].



Таблица 1

Определение аридности территории и доля засушливых земель в мире, %

Table 1

Definitions of aridity of territories and share of droughty earths in the world, %

Тип территории	Индекс аридности (AI) = среднегодовое количество осадков / потенциальная эвапотранспирация	Доля суши в мире	Продолжительность периода созревания в днях	Доля засушливых земель в мире
Аридные	$0,05 < AI < 0,2$	12,1	1 – 59	7
Полуаридные	$0,2 < AI < 0,5$	17,7	60 – 119	20
Сухие субгумидные	$0,5 < AI < 0,65$	9,9	120 – 179	18
Всего	$0,05 < AI < 0,65$	39,7	1 – 179	45

Существуют различные определения засушливых земель. Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) в основу принятого ею определения положила индекс аридности. Для сравнения, Организация ООН по продовольствию и сельскому хозяйству (ФАО) определяет засушливость на основании продолжительности периода созревания. Такое разное определение приводит к различным спорам. В статье используем определение ЮНЕП.



Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

### Опустынивание

Засушливые земли кормят до 50% скота, служат практически половиной всех сельскохозяйственных угодий и являются средой обитания большей части дикого животного мира. Трудные климатические условия засушливых земель привели к появлению неимоверного разнообразия узкоспецифических видов. Такое биоразнообразие является важным и необходимым условием для поддержания экобаланса и защиты среды существования человечества, зависящим от него. На этих территориях обитает относительно большое количество эндемических видов, среди которых разнообразные обитатели песчаных районов, лесов и редколесья, саванны и степи, заболоченных земель, прудов, озер и рек.

### Население засушливых земель

Засушливые земли используются для следующих хозяйственных целей: пастбищные угодья (59%), культивируемые площади (30%) и населенные пункты (2%). Остальные территории определяются как гипераридные регионы, т.е. самые сухие районы планеты (пустыня Атаками в Чили, пустыня Намиб в

Юго-Западной Африке, пустыня Гоби в Монголии и западная часть Внутренней Монголии в Китае), а также как полярные регионы. Доминирующая часть засушливых земель покрыта кустарником; оставшиеся территории заняты пашней, саванной, степью, лугами, лесами и городами [15].

Главной характеристикой засушливых земель является недостаток воды. Безусловно, в этих районах случаются ливневые дожди, однако, количество дождевых осадков может кардинально меняться от сезона к сезону и от года к году. В аридных и полуаридных зонах годовой водный баланс отрицательный, что означает, что в течение года больше воды испаряется, чем выпадает в форме осадков. Поэтому большую часть времени воды недостаточно, и поселения людей концентрируются вокруг немногочисленных источников воды, таких как реки, ручьи, скважины, водосборы, водохранилища и оазисы. В табл. 2 представлена численность населения, живущей в доминирующей экосистеме, а на рис. 2. предварительный прогноз роста народонаселения в мире к 2025 г. [18,21].

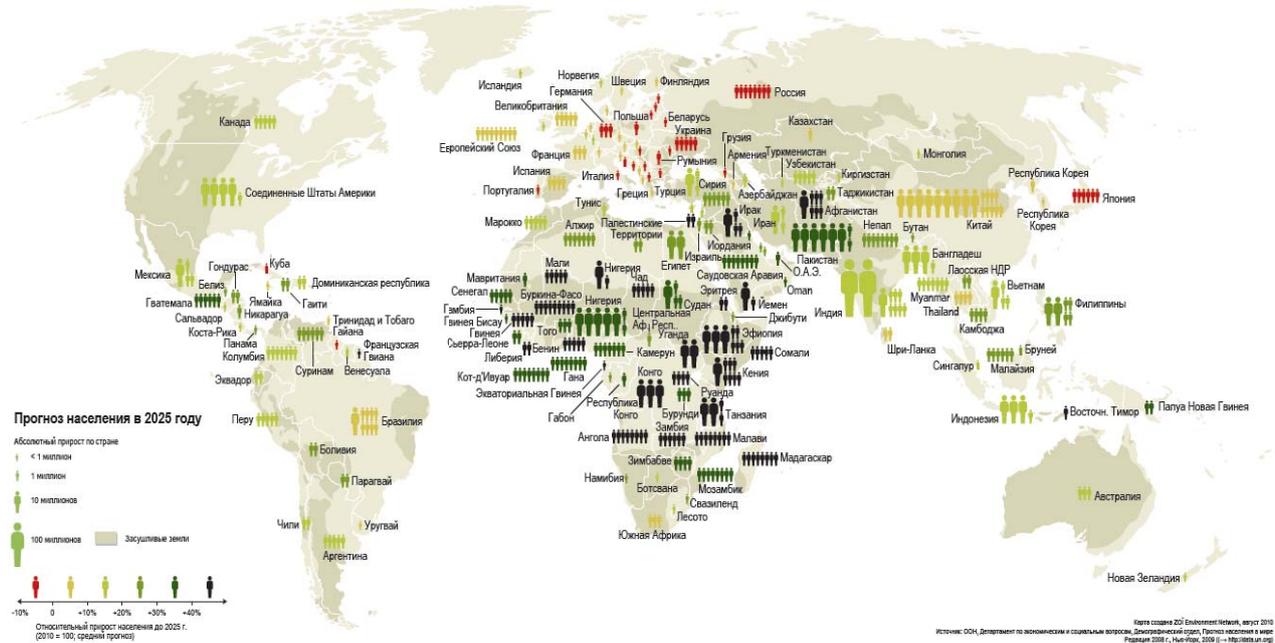
Таблица 2

Доля мирового населения, живущего в доминирующих экосистемах, %

Table 2

Share of the world population living in dominating ecosystems, %

Тип территории	Доминирующая обширная экосистема	Общая численность населения, чел.	Доля мирового населения
Аридные	Полупустыня	242 780 000	4,1
Полуаридные	Лугостепь	855 333 000	14,4
Сухие субгумидные	Пастбищные угодья	909 972 000	15,3
Всего		2 008 085 000	33,8



**Рис. 2.** Прогноз роста народонаселения к 2025 г. [18,21]  
**Fig. 2.** Forecast of population growth to 2025 [18, 21]

**Факты о засушливых землях**

- Общее количество людей в мире, которые проживают на засушливых землях (за исключением гипераридных территорий, т.е. пустынь), составляет 2 миллиарда человек. Таким образом, на засушливых землях сегодня проживает каждый третий человек в мире.
- Засушливые земли кормят до 50% крупного скота.
- Большая часть населения жителей планеты, проживающих на засушливых территориях, приходится на развивающиеся страны.
- Засушливые земли хранят 46% всех запасов углерода на планете.
- На засушливые земли приходится 44% всех культивируемых площадей.
- Виды растений-эндемиков, чей ареал ограничен засушливыми землями, составляют до 30% всех растений, культивируемых сегодня.
- Самые большие территории засушливых земель находятся в Австралии, Китае, России, США и Казахстане.
- Минимум 99% площади шести стран (Ботсвана, Буркина-Фасо, Ирак, Казахстан, Молдова и Туркменистан) классифицируются как засушливые земли.

**Основные проблемы изучения и освоения пустынь в СНГ**

В результате изучения природных явлений пустыноведы выявили и успешно развивают ряд пер-

спективных научно-исследовательских работ, направленных на важные теоретические и практические задачи. Основными проблемами изучения и освоения пустынь являются: комплексное географическое исследование природных условий пустынь в целях их освоения, водные ресурсы и водообеспечение в пустыне, изучение земельных ресурсов пустынь в целях их орошения, изучение и улучшение пустынных пастбищ, закрепление, облесение и сельскохозяйственное освоение песков, использование альтернативных источников энергии как солнечной и ветровой при освоении пустынь [2-9, 17-29].

**Комплексное географическое исследование природных условий пустынь в целях их освоения**

Успешное решение проблемы рационального использования естественных ресурсов и размещения народнохозяйственных комплексов в любой природной зоне невозможно без предварительного проведения комплексных географических исследований, необходимых для классификации, районирования и оценки природных условий и естественных ресурсов. Следует отметить, что огромная территория пустынной зоны (до 300 млн. га) исключает возможность проведения детальных исследований каждого природного компонента в отдельности в практически приемлемые сроки на всей площади. Поэтому необходимо выработать методы комплексных исследований и оценки природных усло-

вий, которые позволили бы в короткие сроки получить сравнительную общую оценку всех природных процессов и ресурсов, а также разработать основные пути их освоения, рационального использования, воспроизводства и охраны. Таким методом являются комплексные физико-географические исследования. Применение этого метода обеспечивает большую экономию времени и средств на проведение детальных исследований, что, в свою очередь, позволит сократить сроки осуществления мероприятий и даст более высокую их эффективность. В результате применения различных методов оценки природных условий, особенно ведущего признака или нескольких наиболее взаимосвязанных признаков, составлена унифицированная классификация типов пустынь. Наиболее тщательно разработана классификация песчаных форм рельефа, учитывающая все многообразие их условий генезиса, развития и возможности хозяйственного освоения. В настоящее время ведутся исследования по составлению карт комплексного детального районирования всей пустынной зоны с наиболее полным учетом всего разнообразия природной обстановки каждого региона. При этом будут решены также вопросы прогноза происходящих в пустыне изменений природных процессов как в естественных условиях, так и в результате воздействия человека на природу. В частности, освоение новых пустынных земель неизбежно приводит к реконструкции существующего природного ландшафта. Поэтому для науки и практики важно предвидеть последствия нарушения естественного равновесия природного ландшафта в результате хозяйственной деятельности человека не только в плане эффекта, но и с точки зрения возникновения неблагоприятных природных факторов. Прогнозы необходимы не только в связи с планом сельскохозяйственного и промышленного освоения пустынных территорий, но и для оценки условий жизнедеятельности и труда населения в данной природной обстановке.

За последние годы при изучении природных условий и ресурсов пустынных территорий наряду с наземными исследованиями стали широко применяться аэрометоды. Они повышают качество, ускоряют и удешевляют изыскания. В результате разработаны теоретические основы комплексного дешифрирования аэроснимков и внедрена в производство методика специального картографирования на основе аэрометодов. Изучена отражательная способность отдельных компонентов пустынных ландшафтов, разработаны рекомендации сезонных сроков аэрофотосъемки, описаны дешифровочные признаки главнейших типов пустынь и разработаны принципы их аэрофотографического эталонирования. Разработан ландшафтный метод дешифрирования аэроснимков, основанный на комплексной оценке природных условий и возможности всесторонней интерпретации и экстраполяции полученных данных в различных направлениях. В

последние годы начались исследования пустынь при помощи искусственных спутников Земли. Этот метод в настоящее время широко развивается.

Исследования природных условий пустынь в мире предусматривают осуществление всестороннего изучения и анализа всех природных факторов в связи с интенсивным освоением новых земель и рациональным использованием природных ресурсов. Материалы комплексных географических исследований лягут в основу намечаемой генеральной схемы освоения, рационального использования, воспроизводства и охраны пустынь мира [2-9].

### *Использование солнечной и ветровой энергии при освоении пустынь Каракумы*

Рациональное освоение ресурсов пустынь невозможно без соответствующего развития энергетической базы, без широкой электрификации всех процессов производства продуктов земледелия и животноводства. Энергия нужна также для добычи различных полезных ископаемых и их промышленной переработки.

Особо нужно остановиться на осваиваемых территориях, которые находятся на значительном расстоянии от существующих крупных энергетических центров. Для них необходима малая энергетика с опорой на местные энергетические ресурсы. Для этого разрабатываются особые новые образцы электрического оборудования, удобного для применения в специфических условиях пустынь.

Большое место при освоении пустынь отводится широкому использованию энергии солнца и ветра, ресурсы которых в пустынях практически неисчерпаемы. Учеными доказана возможность превращения лучистой энергии солнца до 10% в тепловую и до 14% в электрическую при помощи фото- и термоэлементов [19-30].

На территории пустынного каракулеводческого совхоза «Бахарден» в Туркменистане в 1969 г. впервые в мировой практике был установлен солнечный опытно-производственный опреснитель парникового типа производительностью 600 м<sup>3</sup> питьевой воды в год. Это сооружение служит для опреснения соленой воды, а также выполняет функцию водосбора атмосферных осадков. Насосы, перекачивающие соленую воду из колодцев, получают энергоснабжение от солнечной энергетической установки СЭУ-67 мощностью 0,5 кВт, преобразующей энергию солнечного излучения непосредственно в электрическую. Стоимость одного кубометра опресненной в этой установке питьевой воды составляет 2 руб. 10 коп (цена по курсу 1984 г.). Ученые считают, что строительство подобных опреснителей в пустынях экономически целесообразно. Расходы на его строительство окупаются в течение 7-9 лет.

Использование солнечной и ветровой энергии важно для хозяйственных и бытовых нужд разбросанных в пустыне небольших селений. Солнечную энергию можно широко применять для получения



холода, пара, кипячения воды, ее опреснения, сушки фруктов, освещения и других целей. Сейчас уже создан ряд установок, работающих на энергии солнца и ветра: водонагреватели, гелио-опреснители, солнечные кухни, ветро-водоподъемники, ветроэлектрические агрегаты и другие, которые должны войти в обиход жителей пустынь [9-14, 16, 19].

Надо заметить, что малые установки имеют незначительный коэффициент полезного действия, но зато источники их энергии велики и возобновляемы.

Использование солнечной энергии имеет важное значение для повышения урожайности сельскохозяйственных растений. Проведенные эксперименты показывают, что во многих районах Среднеазиатских республик в течение всего года можно получать урожай ценных сельскохозяйственных культур в солнечных теплицах без дополнительного отопления. Гелиотеплицы могут обеспечить в южных районах Содружества нужные для развития растений температурные и радиационные условия. Например, 1 м<sup>2</sup> площади за сезон (с ноября по май) дает 10-13 кг томатов.

Особенно важной представляется задача создания теплиц, работающих при условии почти замкнутого цикла по воде, тогда транспирационная влага и влага, испаряющаяся с поверхности почвы, не уносятся в окружающую атмосферу, а концентрируются на внутренних поверхностях покрытий теплицы и дополнительных конденсаторах и снова поступают для орошения. Решение этой задачи позволит культивировать растения в районах, где преобладает соленая вода.

Перспективно также использование двигательной силы ветра. При подъеме воды из пустынных колодцев затрачивается много времени и сил чабанов. Этим занято большое количество верблюдов. Сейчас, правда, на новых и глубоких колодцах подъем воды выполняется насосами. Но не на всех колодцах возможна механизированная откачка воды и не так-то дешево обходится содержание людей для обслуживания насосов, доставка топлива для дизельных машин и электродвигателей в отдаленные районы пустынь. Практика показала, что эти работы несравненно проще и дешевле выполнять при помощи ветра. На колодцах, где в виде опыта поставлены ветровые двигатели, они, при надлежащем уходе, надежно поднимают воду, заменяя тяжелый труд людей.

Широкое применение солнечной и ветровой энергии для нужд народного хозяйства – одна из кардинальных задач ближайшего времени.

### Солнечные энергетические комплексы

#### Автономный животноводческий комплекс

В мировой гелиотехнической практике намечается тенденция на разработку гелиотехнических сооружений и объектов, использующих несколько ви-

дов ВИЭ, на создание гелиокомплексов многоцелевого назначения. Это позволяет использовать их круглогодично, автономно, по безотходной технологии, а в перспективе выйти на экологически замкнутые системы.

Учеными НПО «Солнце» Туркменистана предложена новая форма организации отгонного животноводства на основе автономного гелиокомплекса. Гелиокомплекс – агропроизводственный объект, структура которого может быть различной в зависимости от природно-климатических условий. Он включает в себя (рис. 3) солнечную опреснительную установку 1, ветро-гелиоэнергетическую установку для подъема воды из колодца и энергообеспечения 2, дублер – дизельную электростанцию малой мощности 3, помещение для содержания овец 4, гелиотеплицу с капельным орошением 5, чабанский дом с солнечной системой тепло-холодоснабжения 6 и систему распределительных резервуаров 7, 8 для соленой, дистиллированной и питьевой воды, фото-реакторы закрытого типа для производства хлореллы 9 и ферментеры по переработке отходов сельскохозяйственных животных 10.

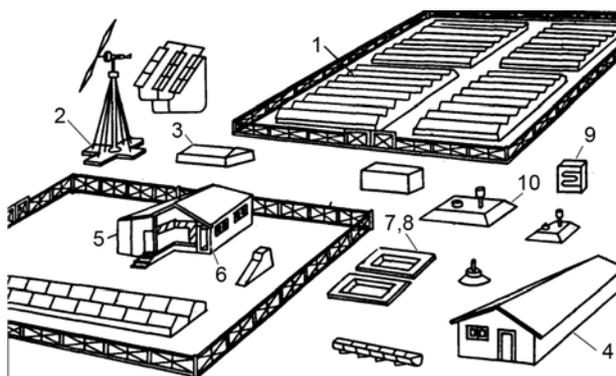


Рис. 3. Автономный животноводческий гелиокомплекс (пояснения в тексте)

Fig. 3. Autonomous cattle-breeding solar complex (explanatories in the text)

Первый опытно-промышленный животноводческий гелиокомплекс был построен и успешно функционировал в течение 15 лет на одном из колодцев в пустыне Каракумы, полностью обеспечивая отару овец в 500 голов водными и энергетическими ресурсами (табл. 3).

Стоимость одного гелиокомплекса, в зависимости от удаленности от культурной зоны, минерализации вод, глубины их залегания, в среднем составляет 200 тыс. долл. США, срок окупаемости капиталовложений 6-10 лет. Автономный гелиокомплекс позволит сэкономить за 10 лет 1,8-2,0 т у.т./м<sup>2</sup>, уменьшить выбросы CO<sub>2</sub> на 4,37-4,85 Мг [9-14, 16-19].

Таблица 3  
 Расчетные технико-экономические показатели автономного животноводческого гелиокомплекса  
 Table 3  
 Calculation technical and economic indicators of autonomous cattle-breeding helio-complex

Показатель	Автономный гелиокомплекс		
	1	2	3
Потребитель воды – отара овец, голов	1000		
Порода овец	Сарджинская	Каракумская	Сарджинская
Продолжительность работы	Круглогодично		
Удаленность от культурной зоны, км	100	230	240
Солесодержание исходной воды, г/л	25	27	20
Глубина залегания соленых вод, м	18	6	20
Годовая потребность в питьевой воде, м <sup>3</sup>	2000	2000	2000
Необходимая площадь солнечных опреснительных установок	1100	1200	1200
Стоимость, тыс. долл.	200	238	218
Срок окупаемости капитальных вложений, лет	6,3	10,2	7,1

газа такая установка позволяет получать высококачественные удобрения. Внедрение новых технологий для получения биогаза позволит уменьшить выбросы метана в атмосферу примерно на 4,4 тонн CO<sub>2</sub> эквивалента [5-7, 10, 19, 29, 30].

**Гелиотеплица с автономным энерго- и водоснабжением** предназначена для выращивания сельскохозяйственных растений в регионах, где отсутствуют источники пресной воды (пустынная зона, морское побережье пустынь). На рис. 4 представлены теплицы с аккумулятором, гелиоопреснитель и осадкосборная площадка (внешняя наклонная поверхность грунтовой насыпи и дорожки вокруг тепличных блоков используются для сбора атмосферных осадков). С южной стороны внутри гелиотеплицы по всей длине расположен солнечный опреснитель (15% площади теплицы), который вырабатывает пресную воду и одновременно выполняет роль аккумулятора тепла [5-7, 9-14].

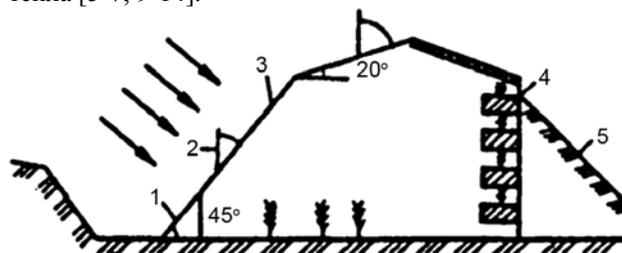


Рис. 4. Гелиотеплица с автономным энергообеспечением: 1 – опреснитель; 2 – форточки; 3 – остекление; 4 – полки; 5 – земля

Fig. 4. Solar greenhouse with independent power supply: 1 – water distiller; 2 – window leaves; 3 – glazing; 4 – regiments; 5 – soil

**Гелиоопреснители воды** могут быть применены для опреснения минерализованной воды колодцев пустынных территорий, а также морской воды для обеспечения водопойных пунктов, для выращивания различных культур. Например: годовая производительность с 1 м<sup>2</sup> действующей установки при средней глубине заполнения 0,16 м, с предельной концентрацией соли 0,158 кг/л составляет 1,2 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> год [2, 5, 7, 10, 16-19]. На Туркменбашинской ТЭЦ расход теплоты на опреснение 1 м<sup>3</sup> морской воды составляет 2512 МДж (0,60 Гкал), сокращение выбросов CO<sub>2</sub> составляет 0,146 Мг.

**Биогазовая гелиустановка** предназначена для переработки органических отходов сельскохозяйственного, промышленного производства, а также домашнего хозяйства и любой биомассы при помощи микробов. Открываются широкие перспективы для использования биомассы с целью получения биогаза – высококачественного источника энергии, в состав которого входят метан, этанол, метанол, бутиловый спирт, ацетон и др. компоненты. Общий объем выделяющегося газа составляет 340 л/кг сухого вещества. Характеристики выделяемого газа: 60-80% метана, 20-40% углекислого газа, 1-3% серной кислоты, примерно по 1% на водород, кислород, сульфид водорода, азота и оксид углерода. Теплотворная способность биогаза составляет 20-26 МДж/м<sup>3</sup>. Кроме

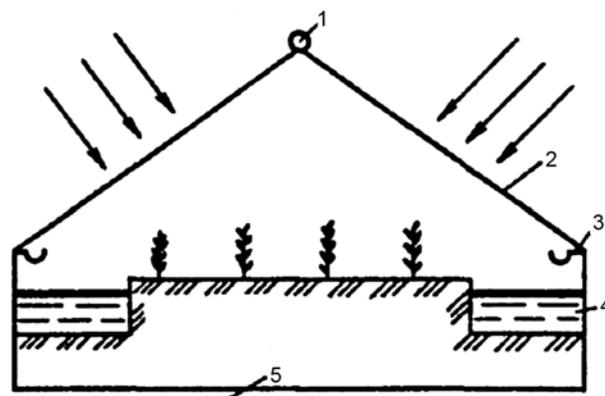


Рис. 5. Двухскатная теплица полууглубленного типа с замкнутым влагооборотом: 1 – охлаждающая система; 2 – остекление; 3 – сборники конденсата; 4 – бассейн; 5 – почва

Fig. 5. Span roof semi-profound greenhouse with closed moisture circulation: 1 – cooling system; 2 – остекление; 3 – condensate collectors; 4 – pool; 5 – soil

**Гелиотеплица с замкнутым влагооборотом (теплица-опреснитель)** (рис. 5) отличается от обычной теплицы высокой герметичностью, наличием бассейна с опресненной водой и охлаждающей

системой. Вода испаряется с поверхности почвы, листьев, растений в бассейне, обогащает тепличный воздух водяными парами, которые концентрируются в теплице. Эта теплица предназначена для пустынных регионов, располагающих источниками минерализованных вод. Предусмотрена специальная система охлаждения, она представляет собой ороситель, стальную трубу с симметрично расположенными по обе стороны отверстиями, куда с помощью электронасоса подается минерализованная вода. Вода проходит через ороситель, орошает внешнюю поверхность обоих стеклянных скатов и по желобам в нижней части сливается в резервуар, откуда снова подается в ороситель.

### **Жилищно-производственный фотоэлектрический гелиокомплекс**

Жилищно-производственный фотоэлектрический гелиокомплекс – объект сложной структуры, состоящий из набора функционально взаимосвязанных гелиотехнических и комбинированных установок для производства электроэнергии, тепла, холода, горячей и опресненной воды, переработки загрязненных стоков и т.д. в зависимости от радиационно-климатических условий и местных ресурсов. Элементы комплекса способны функционировать как в единой системе, так и индивидуально. Предусматривается комбинированное использование традиционных и нетрадиционных – возобновляемых – источников энергии. В перспективе такой подход в гелиотехнике будет оправдан экономически, так как создаются технические решения с более широкой областью применения и, как следствие, увеличивается временной интервал функционирования дорогостоящего гелиотехнического и технологического оборудования.

Многоуровневая структура гелиокомплексов предполагает создание автоматизированных систем, что, в конечном итоге, приведет к рациональному природопользованию, а также к рациональному использованию человеческих и топливно-энергетических ресурсов.

Энергообеспечение в жилом доме всех бытовых энергопотребителей – освещение, питание бытовых приборов и аппаратуры производится от СФС (солнечной фотоэлектрической станции) мощностью 1800 Вт, работающей на кремневых солнечных элементах (СЭ) с КПД 16%. СФС-1800 комплектуется в виде модульных блоков на основе кремневых солнечных фотоэлектрических модулей (СФМ) и монтируется на опорной пространственной конструкции на земле или на крышах жилых домов. Применение автономных гелиокомплексов [9-14, 29, 30] в системе отгонного животноводства позволит вовлечь в оборот пастбищные массивы, не имеющие пресных источников, за счет солнечного опреснения высокоминерализованных грунтовых вод этих массивов, отказаться от веками бытовавшего в пустыне кочевого образа жизни чабанов и создать нормальные условия труда и быта.

Учитывая вероятность потребления тока при одновременной работе четырех и более потребителей, емкость блоков аккумуляторов (1200 А/ч) позволяет обеспечивать бесперебойное энергообеспечение жилого дома только в буферном режиме в течение 14-16 часов. Инвертор преобразовывает постоянный ток в переменный напряжением 220 В для электропитания бытовых приборов, аппаратуры. В зоне пустыни Каракумы, где имеется соленая вода в колодцах, солнечная энергия позволяет поднимать и опреснять воду. Производительность солнечной опреснительной установки (СОУ) зависит от мощности опреснительной установки. Например, СОУ-50 производит до 50 литров в час и может удовлетворить потребность 8-10 человек или овцеводческой бригады.

### **Изучение ископаемых богатств. Механизация трудоемких работ**

Несмотря на то, что в недрах пустынь открыты различные полезные ископаемые, исследованы они пока что недостаточно. Еще слабо изучены закономерности миграции и залегания солей, нефти, газа, медленно разрабатываются экономически выгодные методы добычи и переработки ископаемых. Поэтому назрела необходимость расширить масштабы геологических, геофизических и аэрофотосъемочных работ, без которых невозможно изучать недра пустынь, подготовить к эксплуатации новые крупные месторождения нефти, которые придется вводить в строй по мере снижения добычи из старых скважин [2, 20].

Механизация трудоемких процессов – важнейшая проблема освоения пустынь. Сюда относятся, кроме машинного водоподъема для орошения и обводнения, использование напорных трубопроводов вместо открытых каналов, дождевальных машин вместо поверхностного орошения, применение телемеханизации, механизации лесомелиоративных работ на песках [2, 9-14].

Уже сейчас начаты исследования по повышению урожайности, интродукции новых культур, режиму полива, внесению удобрений, мелиорации такыров, солончаков, песков, борьбе с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур, озеленению населенных пунктов и т.п.

К проблемам освоения пустынь относится также изучение влияния жаркого и сухого климата на организм человека и животных.

Степень разработанности затронутых выше проблем крайне различна. Некоторые из них частично решены, а результаты исследований уже реализуются на практике или требуют лишь опытной проверки и доработки, но есть и такие проблемы, которые еще только выдвигаются, дискусируются. Независимо от зрелости, общим требованием обсуждаемых или осуществляемых идей является необходимость комплексного анализа и учета природной обстановки во всем ее многообразии.

Преобразуя пустыню, используя ее ресурсы, нельзя забывать о необходимости рационального природопользования со знанием дела, о возможности



появления нежелательных последствий, сопровождающих деятельность людей. Это выдвигает на первое место главную проблему современного природопользования – прогноз и управление природными процессами [1, 2-9].

### Список литературы

1. Бердымухамедов Г.М. Государственное регулирование социально-экономического развития Туркменистана. Том 1. Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2010.
2. Бабаев А.Г. Проблемы освоения пустынь. Ашхабад: Изд-во «Ылым», 1995.
3. Бабаев А.Г. Пустыня Каракумы. Ашхабад: Изд-во АН Туркменской ССР, 1963.
4. Бабаев А.Г., Нечаева Н.Т. и др. Основные проблемы изучения и освоения пустынных территорий СССР // Проблемы освоения пустынь. 1967. № 1. С. 5-13.
5. Байрамов Р., Сейткурбанов С. Опреснение с помощью солнечной энергии / Под ред. В.А. Баума. Ашхабад: «Ылым», 1977.
6. Герасимов И.П. Изучение природы республик Средней Азии и использование их естественных ресурсов. // Проблемы освоения пустынь. 1973, № 3. С. 8-17.
7. Бекаев Л.С., Марчеко О.В. и др. Мировая энергетика и переход к устойчивому развитию. Новосибирск: Наука, 2000.
8. Колодин М.В. Опреснение и проблема воды на Земле. М.: Знание, 1975.
9. Пенджиев А.М. Ожидаемая эколого-экономическая эффективность использования фотоэлектрической станции в пустынной зоне Туркменистана // Альтернативная энергетика и экология – ISJAEЕ. 2007. № 5. С. 81-92.
10. Пенжиев А.М. Изменение климата и возможности уменьшения антропогенных нагрузок. Монография. LAMBERT Academic Publishing, 2012.
11. Пенджиев А.М. Энергоэффективность использования ветроустановок в пастбищных регионах Туркменистана // Тр. 6 между. н/т конф. «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве». Часть 4. М.: ГНУ ВИЭСХ. 2008. С. 314-322.
12. Пенджиев А.М., Мамедсахатов Б.Д. Водоснабжение в пустыне Каракумы с использованием солнечной фотоэлектрической станции // Мелиорация и водное хозяйство. 2007. № 2. С. 50-51.
13. Пенджиев А.М., Мамедсахатов Б.Д. Энергосбережение пустынных пастбищ Туркменистана // Проблемы освоения пустынь. 2006. № 3. С. 56-59.
14. Пенджиев А.М., Пенжиев А.А. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды и устойчивого развития на основе возобновляемой энергетики в Центральной Азии // Альтернативная энергетика и экология – ISJAEЕ. 2012. № 1. С. 139-156.

Наука прогнозирования развития природных условий пустынь – самая молодая. В зоне пустыни ею занимаются геологи, биологи, климатологи и другие ученые. Сделаны первые шаги, получены результаты, но требуется еще время, чтобы опыты довести до стадии внедрения их в жизнь, в практику во имя благосостояния человечества.

### References

1. Berdymuhamedov G.M. Gosudarstvennoe regulirovanie social'no-ekonomičeskogo razvitiâ Turkmenistana. Tom 1. A Ašhabad: Turkmenskaâ gosudarstvennaâ izdatel'skaâ služba, 2010.
2. Babaev A.G. Problemy osvoeniâ pustyn'. Ašhabad: Izd-vo «Ylym», 1995.
3. Babaev A.G. Pustynâ Karakumy. Ašhabad: Izd-vo AN Turkmenskoj SSR, 1963.
4. Babaev A.G., Nečaeva N.T. i dr. Osnovnye problemy izučeniâ i osvoeniâ pustynnyh territorij SSSR // Problemy osvoeniâ pustyn'. 1967. № 1. S. 5-13.
5. Bajramov R., Sejtcurbanov S. Opresnenie s pomoš'û solnečnoj ènergii / Pod red. V.A. Bauma. Ašhabad: «Ylym», 1977.
6. Gerasimov I.P. Izučenie prirody respublik Srednej Azii i ispol'zovanie ih estestvennyh resursov. // Problemy osvoeniâ pustyn'. 1973, № 3. S. 8-17.
7. Bekaev L.S., Marčeko O.V. i dr. Mirovaâ ènergetika i perehod k ustojčivomu razvitiû. Novosibirsk: Nauka, 2000.
8. Kolodin M.V. Opresnenie i problema vody na Zemle. M.: Znanie, 1975.
9. Pendžiev A.M. Ožidaemaâ èkologo-ekonomičeskaâ èffektivnost' ispol'zovaniâ fotoèlektričeskoj stancii v pustynnoj zone Turkmenistana // A'l'ternativnaâ ènergetika i èkologiâ – ISJAEЕ. 2007. № 5. S. 81-92.
10. Penžiev A.M. Izmenenie klimata i vozmožnosti umenšeniâ antropogennyh nagruzok. Monografiâ. LAMBERT Academic Publishing, 2012.
11. Pendžiev A.M. Ènergoèffektivnost' ispol'zovaniâ vetroustanovok v pastbišnyh regionah Turkmenistana // Tr. 6 mežd. n/t konf. «Ènergoobespečenie i ènergobereženie v sel'skom hozâjstve». Čast' 4. M.: GNU VIÈSH. 2008. S. 314-322.
12. Pendžiev A.M., Mamedsahatov B.D. Vodonasabže-nie v pustyne Karakumy s ispol'zovaniem solnečnoj fotoèlektričeskoj stancii // Melioraciâ i vodnoe hozâjstvo. 2007. № 2. S. 50-51.
13. Pendžiev A.M., Mamedsahatov B.D. Ènergobereženie pustynnyh pastbiš Turkmenistana // Problemy osvoeniâ pustyn'. 2006. № 3. S. 56-59.
14. Pendžiev A.M., Penžiev A.A. Meždunarodnoe sotrudničestvo v oblasti ohrany okružajušej sredy i ustojčivogo razvitiâ na osnove vozobnovlâemoj ènergetiki v Central'noj Azii // A'l'ternativnaâ ènergetika i èkologiâ – ISJAEЕ. 2012. № 1. S. 139-156.



15. Петров М.П. Пустыни земного шара. Л.: Наука, 1973.
16. Стребков Д.С., Пенджиёв А.М., Мамедсахатов Б.Д. Развитие солнечной энергетики в Туркменистане: Монография. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2012.
17. Всемирный центр мониторинга окружающей среды ЮНЕП. Карта создана ZOİ Environment Network, сентябрь 2010.
18. Департамент по экономическим и социальным вопросам ООН. Демографический отдел. Прогноз населения в мире. Нью-Йорк, 2009 (<http://data.un.org>). Карта создана ZOİ Environment Network, август 2010.
19. Использование солнечной энергии / Под ред. проф. Рыбаковой Л.Е. Ашхабад: Ылым, 1985.
20. Новые и возобновляемые источники энергии. М.: Импакт, 1988. № 4.
21. Combating Desertification in Asia // ADB. (n.d.). Retrieved 2010 October from Asian Development Bank: <http://www.adb.org/environment/desertification.asp>.
22. Commission on Sustainable Development // Sixteenth Session. 5-16 May 2008. New York. [http://www.un.org/esa/sustdev/csd/csd16/documents/chairs\\_summary.pdf](http://www.un.org/esa/sustdev/csd/csd16/documents/chairs_summary.pdf).
23. Conservation Agriculture – Frequently Asked Questions // FAO.
24. Gelken C.. Taming China's Yellow Dragon 2009 November / Retrieved 2010 from New Agriculturalist: <http://www.new-ag.info/developments/devItem.php?a=999>
25. Global mechanism / The finance action box. 2010. <http://global-mechanism.org/gm-publications/the-finance-action-box/document-details>.
26. GTZ. (2007). Acting locally – cooperating regionally. Combating desertification in Central Asia.
27. Deutsche Gesellschaft fuer Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Regional Project to Support UNCCD Implementation in Central Asia, GTZ. [http://www.desertifikation.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/Acting\\_locally\\_cooperating\\_regionally\\_GTZ\\_2007.pdf](http://www.desertifikation.de/fileadmin/user_upload/downloads/Acting_locally_cooperating_regionally_GTZ_2007.pdf).
28. Mortimore M. with contributions from S. Anderson, L. Cotula, J. Davies, K. Facer, C. Hesse, J. Morton, W. Nyangena, J. Skinner, and C. Wolfangel. Dryland // Opportunities – A new paradigm for people, ecosystems and development. IUCN, Gland, Switzerland; NED, London, UK and UNDP/DDC, Nairobi, Kenya. (2009)
29. Nova Scotia Agricultural Awareness Committee // Growing Nova Scotia: A Teachers' Guide to Nova Scotia Agriculture. 2011. P. 84-85.
30. Penjiyev A. Renewable Energy Application for Independent Development of Small Settlements of Turkmenistan // Desert Technology. VII Int. Conf. India. November. 2003. P. 63.
31. Penjiyev A. Ecoenergy resources of greenhouse facilities in the arid zone // Problems of desert development. 1998. № 5. P. 65–73
15. Petrov M.P. Pustyni zemnogo šara. L.: Nauka, 1973.
16. Strebkov D.S., Pendžiev A.M., Mamedsahatov B.D. Razvitie solnečnoj ènergetiki v Turkmenistane: Monografiâ. M.: GNU VIËSH, 2012.
17. Vsemirnyj centr monitoringa okružaùšej sredi ÛNEP. Karta sozdana ZOİ Environment Network, sentâbr' 2010.
18. Departament po èkonomièskim i social'nym voprosam OON. Demografièeskij otdel. Prognoz naseleniâ v mire. N'û-Jork, 2009 (<http://data.un.org>). Karta sozdana ZOİ Environment Network, avgust 2010.
19. Ispol'zovanie solnečnoj ènergii / Pod red. prof. Rybakovoj L.E. Ašhabad: Ylym, 1985.
20. Novye i vozobnovlâemye istoèniki ènergii. M.: Impakt, 1988. № 4.
21. Combating Desertification in Asia // ADB. (n.d.). Retrieved 2010 October from Asian Development Bank: <http://www.adb.org/environment/desertification.asp>.
22. Commission on Sustainable Development // Sixteenth Session. 5-16 May 2008. New York. [http://www.un.org/esa/sustdev/csd/csd16/documents/chairs\\_summary.pdf](http://www.un.org/esa/sustdev/csd/csd16/documents/chairs_summary.pdf).
23. Conservation Agriculture – Frequently Asked Questions // FAO.
24. Gelken C.. Taming China's Yellow Dragon 2009 November / Retrieved 2010 from New Agriculturalist: <http://www.new-ag.info/developments/devItem.php?a=999>
25. Global mechanism / The finance action box. 2010. <http://global-mechanism.org/gm-publications/the-finance-action-box/document-details>.
26. GTZ. (2007). Acting locally – cooperating regionally. Combating desertification in Central Asia.
27. Deutsche Gesellschaft fuer Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Regional Project to Support UNCCD Implementation in Central Asia, GTZ. [http://www.desertifikation.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/Acting\\_locally\\_cooperating\\_regionally\\_GTZ\\_2007.pdf](http://www.desertifikation.de/fileadmin/user_upload/downloads/Acting_locally_cooperating_regionally_GTZ_2007.pdf).
28. Mortimore M. with contributions from S. Anderson, L. Cotula, J. Davies, K. Facer, C. Hesse, J. Morton, W. Nyangena, J. Skinner, and C. Wolfangel. Dryland // Opportunities – A new paradigm for people, ecosystems and development. IUCN, Gland, Switzerland; NED, London, UK and UNDP/DDC, Nairobi, Kenya. (2009)
29. Nova Scotia Agricultural Awareness Committee // Growing Nova Scotia: A Teachers' Guide to Nova Scotia Agriculture. 2011. P. 84-85.
30. Penjiyev A. Renewable Energy Application for Independent Development of Small Settlements of Turkmenistan // Desert Technology. VII Int. Conf. India. November. 2003. P. 63.
31. Penjiyev A. Ecoenergy resources of greenhouse facilities in the arid zone // Problems of desert development. 1998. № 5. P. 65–73

Транслитерация по ISO 9:1995

