



**ПРЕЗИДЕНТ ТУРКМЕНИСТАНА  
СЕРДАР БЕРДЫМУХАМЕДОВ**



TÜRKMENISTANYŇ OBA HOJALYK WE DAŞKY GURŞAWY GORAMAK MINISTRLLIGI  
ÇÖLLER, ÖSÜMLIK WE HAÝWANAT DÜNYÄSI MILLI INSTITUTY

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТУРКМЕНИСТАНА  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПУСТЫНЬ, РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО МИРА

MINISTRY OF AGRICULTURE AND ENVIRONMENT PROTECTION OF TURKMENISTAN  
NATIONAL INSTITUTE OF DESERTS, FLORA AND FAUNA

# **ÇÖLLERI ÖZLEŞDIRMEGIŇ MESELELERI**

## **ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ПУСТЫНЬ**

## **PROBLEMS OF DESERT DEVELOPMENT**

**1-2  
2022**

Ашхабад

**Международный научно-практический журнал**

**Издаётся с января 1967 г.**

**Выходит 4 номера в год**

Свидетельство о регистрации № 159  
от 14.12.99 г. в Управлении по печати при  
Кабинете Министров Туркменистана

© Национальный институт пустынь, растительного  
и животного мира Министерства сельского хозяйства  
и охраны окружающей среды Туркменистана, 2022



DOI: 504.062

**М.Х. ДУРИКОВ**  
**М.Д. НЕПЕСОВ**

Научно-информационный центр  
Межгосударственной комиссии  
по устойчивому развитию  
Международного фонда спасения Арала

## **БОРЬБА С ДЕГРАДАЦИЕЙ ЗЕМЕЛЬ В ТУРКМЕНИСТАНЕ**

*Описываются принципы глобальной концепции нейтральной деградации земель в рамках борьбы с опустыниванием и их применимость на национальном уровне. Показана роль галофитов в связывании и накоплении углерода в почве.*

*Рассматриваются апробированные методы улучшения и обогащения видового состава растительности пустынных пастбищ, используемые в целях повышения их плодородия и улучшения состояния окружающей среды.*

Ведущим стратегическим принципом борьбы с опустыниванием является не только консервация существующей экосистемы аридной зоны, но и её эффективное использование в целях обеспечения населения необходимой продукцией. При этом приоритетными должны быть направления деятельности в этой области, не нарушающие состояния хрупкой экосистемы пустынь и обеспечивающие его улучшение посредством использования не только передового мирового опыта и новейших технологий, но и национальных традиций.

Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием предусматривает решение широкого круга проблем посредством объединения усилий учёных и практиков. Государственные органы и лица, принимающие решения, рассматривают её в качестве руководящих принципов политики борьбы с опустыниванием.

Целью мирового сообщества в области борьбы с опустыниванием являются предотвращение и приостановление всех связанных с этим процессов и восстановление

продуктивности аридных земель в пределах экологических возможностей.

Опустынивание является одной из глобальных экологических и социально-экономических проблем и определено Конвенцией ООН по борьбе с опустыниванием (КБО ООН) как деградация земель в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в результате действия целого ряда факторов, включая изменение климата и деятельность человека. Оно рассматривается, с одной стороны, как естественный процесс аридизации суши, с другой – как результат хозяйственной деятельности человека, и представляет собой сложное взаимодействие хрупкой среды аридных земель и способов освоения их человеком для обеспечения средств к существованию [1].

Опустынивание – результат сложных процессов, происходящих в окружающей среде в условиях интенсификации мирового промышленного и сельскохозяйственного производства и ускоренного социально-экономического развития многих стран.



Поэтому систему «человек – пустыня – опустынивание» необходимо рассматривать как глобальную проблему, от решения которой зависят социально-экономическое развитие, экологическое состояние и реализация определённых политических интересов стран. В настоящее время аридные земли рассматриваются как территории с высоким ресурсным потенциалом и как место столкновения социально-экономических и политических интересов государств.

Развитие процессов опустынивания обусловлено рядом факторов антропогенного характера, которые в разной степени воздействуют на состояние земель, обуславливая их деградацию:

- освоение новых земель без соответствующей мелиоративной подготовки; недостатки в работе по внедрению севооборота, методов агролесомелиорации и водосберегающих технологий полива;
- нерациональное использование поливной воды;
- недостаточная протяжённость и неудовлетворительное техническое состояние коллекторно-дренажной сети;
- заболачивание орошаемых земель и пастбищных угодий;
- нерациональное использование минеральных удобрений и ядохимикатов;
- полив высокоминерализованной водой;
- вырубка лесов;
- несоблюдение пастбищеоборота;
- нарушение приёмов агротехники;
- интенсификация строительства дорог и транспортной инфраструктуры;
- увеличение площади добычи и масштабов потребления минерально-сырьевых ресурсов;
- трансграничный перенос солевых и пылевых аэрозолей с высохшего дна Аральского моря;
- водная и ветровая эрозия.

Природными факторами деградации земель являются осадки, температура воздуха, ветер, засуха, селевые потоки, оползни, водная эрозия, дефляция лёгких почв, пожары, атмосферный перенос солей и пыли, парниковые газы и др.

В последние годы этот процесс усугубляется частой повторяемостью засух и засухи, увеличением объёма выноса солевых и пылевых аэрозолей с высохшего дна

Арала, расширением ареала их распространения.

В Туркменистане деградации той или иной степени подвержена значительная часть земель. Более 80% территории страны занимает одна из величайших пустынь мира – Каракумы, и при нерациональном использовании её растительного и почвенного покрова поверхность легко подвергается дефляции, что приводит к деградации пастбищ, образованию барханных песков. Песчаным заносам и выдуванию подвергаются железные и автомобильные дороги, каналы, населённые пункты, трубопроводы и другие объекты инфраструктуры. Деградация земель является основной угрозой состоянию биоразнообразия страны и её экосистем.

Географическую дифференциацию масштабов и характера антропогенного опустынивания определяет, прежде всего, хозяйственная деятельность местного населения, использующего, с одной стороны, исторически сформировавшиеся методы освоения земель, с другой – современные технологии, зачастую не учитывающие специфические условия хрупкой аридной экосистемы. Практическая деятельность человека многогранна и некоторые её виды несут катастрофические экологические последствия. Прежде всего, это деградация растительного покрова и сопутствующие этому эрозия и дефляция почв в результате перевыпаса и вырубки лесов на топливо местным населением. Известно, что в аридных регионах отгонное пастбищное животноводство является основным видом использования земель. Ранее имевшее место узколокальное интенсивное антропогенное воздействие на окружающую среду при общем росте поголовья скота быстро расширяется, а нерегулируемое ведение скотоводства затрудняет внедрение прогрессивных методов плановой организации пастбищного хозяйства. Перевыпас и вырубка древесно-кустарниковой растительности на топливо ведут к появлению очагов опустынивания, которые и обуславливают наличие различных проблем для местного населения.

Антропогенное опустынивание – это не только научно-техническая проблема, но и социально-экономическая. Для изучения этого процесса и разработки конкретных



мер борьбы с ним, на наш взгляд, необходимо рассматривать его с точки зрения единого природного и антропогенного процесса необратимого изменения состояния почвенного и растительного покрова аридной территории, ведущего к снижению биологической продуктивности. В экстремальных условиях это может привести к полному разрушению эколого-ресурсного потенциала территории и превращению её в пустыню.

Для достижения одной из Целей устойчивого развития – «Защита и восстановление экосистем суши, содействие их устойчивому использованию, рациональное лесопользование, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять процессов деградации земель, предотвращение утраты биологического разнообразия» (ЦУР 15), и формирования стратегического международного партнёрства в рамках выполнения задачи ЦУР 15.3 – «Борьба с опустыниванием, восстановление деградированных земель и почв, включая земли, затронутые опустыниванием, засухами и наводнениями, и стремление к тому, чтобы во всём мире не ухудшалось состояние земель», в практику был введён глобальный интегральный показатель ЦУР 15.3.1 – «Доля деградированных земель как отношение площади деградированных земель к общей площади суши страны». Он характеризует динамику изменения глобальных индикаторов состояния наземного покрова, продуктивности земель, запасов почвенного органического углерода, определяется на основе бинарной классификации состояния земель (деградированных и не деградированных) и позволяет судить о тенденциях их деградации.

**Нейтральная деградация земель.** Выполнение задачи ЦУР 15.3 оценивается по изменению показателя соотношения деградированных и не деградированных земель на определённой территории и в заданный период времени. Баланс в этом соотношении необходимо поддерживать. Возникает новое понятие «нейтральная деградация или нейтральный баланс деградации земель» (НДЗ или НБДЗ, англ.: LDN – Land Degradation Neutrality), которое интерпретируется как стремление, прежде всего, к стабильности, а по возможности, и улучшению качества земельных ресурсов.

Концепция «нейтральной деградации земель» базируется на идее соблюдения баланса между масштабом деградации и принятыми мерами по восстановлению. Она предусматривает такое использование благодатных и продуктивных земель, при котором в их абсолютном измерении нет потерь (сокращение площади), и основана на том, что предотвращение предпочтительнее, чем восстановление, и направлено на получение возможной выгоды от «экосистемных услуг» в долгосрочной перспективе. В целом это будет экономически более выгодно, чем их восстановление. Для достижения «нейтрального баланса деградации земель», следует восстанавливать, по возможности, столько, сколько было деградировано, чтобы поддерживать процесс обеспечения продовольственной безопасности всех стран. При реализации этой концепции необходимо учитывать ряд особенностей.

Во-первых, необходимость научного обоснования гармонизации международного и национальных подходов к трактовке понятий и терминов, инвентаризации и классификации типов земель, индикации и анализа процессов деградации. Отсутствие количественной (индикаторов) информации и общепринятых способов определения степени антропогенного воздействия осложняет работу по планированию использования земельных и водных ресурсов.

Во-вторых, достижение «нейтрального баланса» необходимо всегда рассматривать в определённых территориальных, природно-климатических и временных рамках, которые характеризуются как сходные по происхождению, составу, структуре и развитию экосистемы.

В-третьих, необходимость правового обеспечения деятельности создаваемых институтов, то есть организаций, так или иначе определяющих функционирование системы землепользования, в том числе юридическое закрепление традиций и норм использования земельных и водных ресурсов.

В-четвёртых, знание продолжительности периодов цивилизационного развития: хозяйственные (как правило, 1 год), технологические (десятилетия или менее), дигрессионные (годы или десятилетия в зависимости от степени воздействия), а также периоды формирования экосистем



(столетия) и естественного почвообразования (тысячелетия). При планировании хозяйственной деятельности, когда она направлена только на получение прибыли, далеко не всегда соблюдаются экологические нормы. Примером может служить выпадение земель в залежи, что, очевидно, связано с отсутствием возможности их орошения. Затраты на восстановление или строительство оросительной сети порой превышают доходы от получения урожая из расчёта хозяйственного цикла, тогда как расчёт дигрессионного цикла позволяет обеспечить плодородие таких земель в перспективе.

С целью содействия странам в реализации положений Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием был создан «Глобальный механизм КБО ООН». Для мониторинга деградации земель на глобальном уровне он предусматривает применение трёх основных индикаторов, используемых при дистанционном зондировании (анализе спутниковых изображений поверхности Земли): 1) Land Cover – наземный покров; 2) Land Productivity – продуктивность земель; 3) Soil Organic Carbon – содержание углерода в почве.

**Наземный (растительный и почвенный) покров** представляется как природный географический комплекс с определёнными признаками (рельеф, климат, почва, растительный мир и т.п.). Для определения этого индикатора требуется идентификация земель сельскохозяйственного назначения при глобальном и национальном подходах (есть глобальная классификация наземного покрова и есть национальное определение категории земель, закреплённое законодательством).

**Продуктивность земель (почв)** оценивается по ряду показателей, в том числе по растительной биомассе. Одним из них является нормализованный относительный индекс растительности (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI) – показатель состояния растений, определяемый по тому, как оно отражает и поглощает различные световые волны. Необходимо сопоставлять результаты глобальных наблюдений с предварительно собранными данными тестовых участков (эталонов), где должны учитываться сезонные эколого-климатические особенности. Использование этого индикато-

ра требует дополнительных исследований.

**Содержание почвенного углерода** – это его запасы в почве и над ней. Углерод может накапливаться десятилетиями или столетиями в виде органического вещества в растительных продуктах длительного пользования (деревья), сельскохозяйственных культурах, дикорастущих солеустойчивых растениях (галофиты), в микроводорослях. С учётом цикличности накопления и выбросов углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) в условиях глобального изменения климата лесные и агроэкосистемы имеют значительный потенциал его связывания и сохранения. Биомасса из экосистем суши может использоваться в качестве источника энергии, альтернативного ископаемому топливу.

Знание и учёт процессов перехода атмосферного углекислого газа в живые органические вещества растений, то есть секвестрации (связывания)  $\text{CO}_2$  и его депонирования (накопления в почве преимущественно в виде гумуса) обеспечивают эффективное решение триединой задачи LDN: *«предотвращать деградацию земель, сокращать площади деградированных земель и, по возможности, обращать деградацию земель вспять»*. Период секвестрации и депонирования углерода длится от 10 до 100 лет и с учётом этого необходимо вводить новые национальные стандарты по такому индикатору, как содержание почвенного углерода.

В настоящее время в засушливых районах уровень насыщения почв углеродом из-за их деградации очень низкий, а потенциал в области его секвестрации может быть очень высоким. По глобальным оценкам, биофизический потенциал для секвестрации углерода на пастбищных угодьях мира до 2030 г. оценивается в эквиваленте 1300–2000 Мгт  $\text{CO}_2$  [11]. Увеличение его запасов возможно посредством реализации следующих мер:

- восстановление содержания органического вещества в почве и увеличение корневой биомассы растений, а, следовательно, улучшение состояния её флоры и фауны;
- рекультивация почв посевом бобовых и трав;
- внесение удобрений;
- агролесоводство;
- контроль эрозии;
- облесение и восстановление лесов;





- обеспечение оптимальной плотности поголовья скота при выпасе;
- сохранение и сбор поверхностного стока;
- изменение принципов землепользования (посадка деревьев или посев трав вместо сельхозкультур, вывод земель из оборота).

Однако на сегодня недостаточно знаний для точного определения потенциала секвестрации углерода, поиска возможностей для применения приемлемых методологий анализа затрат и результатов соответствующих практических работ в целях их использования для нужд сельских фермеров.

Мировое сельское хозяйство является источником выброса в атмосферу 25 % всего диоксида углерода [10]. Один из методов его биологического поглощения – использование биосферы посредством применения технологий, позволяющих интенсифицировать способность связывать и накапливать CO<sub>2</sub> в этих экосистемах. Этот метод можно применять на лесных территориях, пахотных землях, болотах или торфяниках, в пустынных и полупустынных районах, а также на деградированных и опустошённых землях [12].

Пастбищные системы характеризуются возможностью адаптации и устойчивости к изменению климата. Они занимают 2/3 площади засушливых земель мира, а сельское население этих территорий живёт беднее, чем в более благоприятных зонах. Для этих территорий характерны более высокие темпы опустынивания, что отрицательно сказывается на накоплении углерода в почве. В связи с этим рациональное управление использованием пастбищных угодий в обширных засушливых зонах будет способствовать его накоплению и сохранению.

К сожалению, на сегодняшний день недостаточно хорошо изучено влияние изменения климата, в частности, увеличение эвапотранспирации и уменьшение (вероятное) количества осадков, на состояние биоразнообразия и процессы опустынивания аридных территорий. Однако, поскольку диоксид углерода является важным ресурсом продуктивности растений, состояние некоторых видов может существенно улучшиться в результате более эффективного потребления ими воды, то есть увеличение его содержания в атмосфере может способ-

ствовать их росту и развитию. Различная реакция тех или иных растений засушливых территорий на увеличение содержания диоксида углерода и повышение температуры воздуха может обусловить изменения в составе и обилии видов в растительных сообществах.

Некоторые засушливые экосистемы могут быть успешно восстановлены посредством использования галофитов (солеустойчивых растений). Таким образом может быть восстановлено около 1,3·10<sup>6</sup> из 7·10<sup>6</sup> км<sup>2</sup> среды обитания в пустынях с засоленными почвами. Общее поглощение углерода галофитами пустыни потенциально сопоставимо с таковым на лесных плантациях умеренного пояса [13]. Как культуры, производящие биомассу, галофиты обладают глобальным потенциалом прямого поглощения: до 0,7 млрд. т углерода в год. Их особенностью является то, что они растут на засоленных почвах и могут орошаться минерализованной водой. В условиях изменения климата большое значение в связывании углекислого газа имеет средо- и ценозообразующая роль этих растений (саксаул и др.). Саксауловые насаждения плотностью 500 ед./га способны связывать в среднем 1,6 т CO<sub>2</sub> в год, а одно 20–25-летнее растение за год поглощает до 3 кг CO<sub>2</sub> [9].

Одним из наиболее эффективных путей секвестрации углерода является посев на сельскохозяйственных землях многолетних трав с развитой корневой системой и включение их в севооборот. Последнее осуществляется либо путём засева участков под паром, либо на фураж, а также интеграцией кормовых культур, деревьев и других многолетних растений в систему земледелия (то есть использование смешанных растениеводческих, кормовых и древесных систем). Многие формы секвестрации углерода в почве – это недорогие способы адаптации к изменению климата, которые можно внедрить с помощью проверенных технологий управления использованием земельных и водных ресурсов. В определённом смысле это может рассматриваться как инвестиции фермеров в длительный процесс связывания углекислого газа и накопления почвенного углерода.

**Пустынные пастбища.** Природные кормовые ресурсы играют важную роль в



развитии животноводства многих стран. Пастбищные угодья мира занимают около 25 % суши, поэтому порой трудно оценить их состояние. В 2000 г. их общая площадь составляла 3,43 млрд. га, а к 2008 г. сократилась до 3,36 [8]. Причины этих незначительных изменений точно определить невозможно, хотя они могут включать в себя неточность данных, опустынивание земель и расширение площади сельскохозяйственных угодий. Причём, пустыни занимают огромные площади почти на всех континентах земного шара, и значительная часть пастбищных земель расположена именно в аридной зоне.

Территория Туркменистана находится в зоне пустынь с весьма хрупкой экосистемой, где любой неразумный шаг в использовании земель может вызвать необратимые катастрофические последствия. Естественные кормовые ресурсы этих территорий составляют основу отгонного животноводства. Особенностью пустынно-пастбищного животноводства является отсутствие стойлового периода, когда животные круглогодично содержатся на природных пастбищах. Поэтому пустыни рассматриваются не только как кормовая база, но и как экологическая среда их обитания. Миллионы гектаров пустынных пастбищ страны, которые ежегодно дают сотни тысяч тонн кормовых трав, используются не в полной мере вследствие их недостаточной обеспеченности водой.

Многолетней практикой ведения пастбищного животноводства и исследованиями учёных установлено, что для подавляющего большинства пастбищных растений поддержание биологического равновесия возможно лишь при условии отчуждения кормовой массы не более чем на 60 % от её общего запаса. Поэтому при перегрузке пастбищ, когда отчуждается большая её часть, неминуема их деградация. Учитывая важность сохранения биоразнообразия и предотвращения деградации природных пастбищ, вводятся «годовые нормы поедаемости». Среднегодовая численность пастбищного скота представляется как годовая ёмкость пастбищ. Для её расчёта, зная их площадь, необходимо задать параметр допустимой поедаемости пастбищного корма с 1 га. Величина, обратная годовой норме пастбищ, или их годовая ёмкость, делённая

на площадь, даёт показатель потенциальной ёмкости – количество поголовья скота на единицу площади (одно из основных понятий, используемых в Законе Туркменистана о пастбищах). Соблюдение нормы поедаемости пастбищного корма при выпасе крайне важно для предотвращения нанесения ущерба ресурсам и поддержания экологического состояния этих территорий.

Природно-климатические условия Туркменистана обеспечивают возможность круглогодичного содержания на пастбищах мелкого рогатого скота – важнейшего вида продукции животноводства. Основа успешного ведения отгонного животноводства – пастбищный корм – полностью предоставляется природой.

Важным фактором при формировании урожая пастбищных растений является повторяемость засухи. Анализ многолетних данных показывает, что слабая и сильная засуха в различных районах Туркменистана отмечается 2-3 раза в течение 10 лет, а средняя – 4-5. Ход распределения повторяемости слабой, средней и сильной засухи носит нормальный характер. Однако ход распределения повторяемости уровня обеспеченности пастбищ влагой и их урожайности, кроме Восточных Каракумов, совершенно иной. Неурожайные и годы с низким уровнем обеспеченности пастбищ влагой повторяются чаще – 32–40 %, со средним её показателем – 32–38, а урожайные и наименее обеспеченные влагой – 22–32 %. Эти данные свидетельствуют, что последние 33–55 лет, особенно с 1990 по 2001 гг., процесс опустынивания различной степени идёт на всех пастбищных территориях Туркменистана [7].

В условиях экономического роста одной из важнейших проблем в кормопроизводстве Туркменистана является повышение продуктивности естественных кормовых угодий. Быстрые темпы роста поголовья скота требуют поиска способов увеличения урожайности пастбищ, тогда как улучшение их состояния возможно только путём проведения значительного объёма фитомелиоративных работ. В результате многолетних исследований учёными Национального института пустынь, растительного и животного мира Министерства сельского хозяйства и охраны окружающей среды Туркменистана разработаны и успешно прошли произ-



водственную проверку следующие методы улучшения и обогащения видового состава пустынных растений пастбищных территорий [2,4–6]:

- *Улучшение пастбищ песчаной пустыни путём создания круглогодичных пастбищных фитоценозов* посевом большого ассортимента пустынных древесно-кустарниковых, полукустарниковых и травянистых растений. Соотношение их жизненных форм таково: деревья и кустарники – 30 %, полукустарники – 60, травы – 10 %. Применяя этот метод, можно восстанавливать повреждённые нерациональным выпасом и вырубкой кустарников песчаные пастбищные массивы до их первоначальной кормовой продуктивности. В среднем продолжительность жизни созданных фитоценозов составляет 10–25 лет. Урожайность сохраняется в течение 15–20 лет. Данные экспериментов свидетельствуют об увеличении урожайности пастбищных кормов с 3 (до проведения фитомелиоративных работ) до 8,5 (после) ц/га.

- *Создание осенне-зимних пастбищ в предгорных районах* посевом кустарников и полукустарников различных видов. Сеяные осенне-зимние пастбища позволяют избежать дефицита кормов в этот период и повысить общую урожайность в 3 раза по сравнению с природными пастбищами.

- *Создание защитных лесных полос* из саксаула чёрного путём осенней вспашки, боронования и посева семян. В зимнее время полосы посадок этого растения задерживают снег, накапливая его внутри них и на соседних участках и уменьшая перенос. Продуктивность полынно-эфемерных пастбищ в зоне влияния саксауловых полос (до 100 м от них в заветренную сторону) увеличивается на 15–20 %.

- *Повышение кормовой продуктивности солянковых пастбищ глинистых пустынь посредством использования местного поверхностного стока такыров* и создания песко- и влагонакопительных борозд определённой глубины и направления, которые можно использовать для посева семян кормовых растений. В течение 4–5 лет здесь формируются устойчивые растительные сообщества. Урожайность кормовой массы при использовании этого метода может достигать порядка 6 ц/га.

- *Закрепление и облесение подвижных*

*песков посадкой саксаула и других пустынных кустарников.* Лесопосадки саксаула способствуют снижению скорости и ослаблению силы ветра, задерживают передвижение песков и предотвращают дефляцию, обуславливают увлажнение воздуха в приземном слое, так как с 1 га испаряется 400–600 мм воды. Всё это обеспечивает создание благоприятного микроклимата для роста и развития естественной травянистой и полукустарниковой растительности пустынь. При этом урожайность целинных пастбищ повышается на 20 %.

- *Регламентирование выпаса – пастбищеоборот.* Выпас и антропогенный фактор обуславливают изменение состояния природных пастбищ, в частности, их почвенного покрова, видового состава флоры, продуктивности фитомассы, а в песчаных массивах уровня грунтовых вод, микроклимата и др. В условиях круглогодичного содержания скота на пастбищах необходимо знать их кормовую продуктивность и учитывать её сезонную динамику. Безмерное увеличение нагрузки на них неминуемо ведёт к деградации. Для условий Туркменистана предпочтительны три основные схемы пастбищеоборота:

- *Ежегодное чередование стравливания последовательно во все сезоны года.* По этой схеме один и тот же участок стравливается в первый год весной, во второй – летом, в третий – осенью, в четвёртый – зимой. Использование этой схемы возможно лишь на пастбищах с кормовой растительностью, пригодной в течение всего года.

- *Чередование весеннего сезона с зимним и летнего с осенним.* В этом случае одна часть пастбищной территории используется весной и зимой, а другая – летом и осенью.

- *Чередование весеннего сезона с летним и осеннего с зимним.* Эта схема приемлема в случаях, когда в хозяйстве часть пастбищ может использоваться только в осенне-зимний период, что обусловлено составом кормовых растений и, особенно, качеством воды в колодцах.

Предлагаемые технологии восстановления и улучшения деградированных пустынных пастбищ являются экономически выгодными. Чистый доход с пастбищ, улучшенных на основе создания агрофитоценозов, в 3–6 раз выше, чем с естественных кормовых угодий. Средства, затрачива-



емые на создание долголетних пастбищных агрофитоценозов, окупаются за 3–5 лет.

Использование научно обоснованных норм содержания мелкого рогатого скота на пастбищах способствует сохранению биоразнообразия пастбищной экосистемы. Основным критерием отгонного животноводства должна быть нормативная ёмкость пастбищ, так как увеличение поголовья повышает риск их деградации и обуславливает утрату ценности как экосистемы.

#### **Лесонасаждения на аридных землях.**

В настоящее время общая площадь природных и искусственно созданных лесов в различных экологических системах страны составляет 4 млн. 309 тыс. га. В целях развития лесного хозяйства Постановлением Президента № 12768 от 11 января 2013 г. была принята и реализована Национальная лесная программа Туркменистана на период 2013–2020 годы. Постановлением главы государства № 2289 от 25 июня 2021 г. утверждена Вторая Национальная лесная программа Туркменистана на 2021–2025 годы и План мероприятий по её реализации. Эти документы подготовлены с учётом природных и климатических особенностей территории страны. Реализация обозначенных в них планов будет способствовать увеличению площади лесных зон при государственной регистрации лесного фонда, рациональному использованию природных богатств, решению задач, предусмотренных Национальной стратегией Туркменистана об изменении климата (2019 г.).

Для пустынных экосистем большое значение имеет древесная и кустарниковая галофитная растительность. Её исчезновение приводит к эрозии и быстрому иссушению почв, обуславливая начало процессов опустынивания, так как в жёстких климатических условиях именно галофиты создают необходимый микроклимат для других видов растений. Утрата пустынных лесов и кустарников влечёт за собой выпадение из фитоценозов многих ценных дикорастущих кормовых культур.

Галофиты хорошо развиваются на засоленных в различной степени почвах, солончаках разного генезиса (остаточные, типичные, луговые) и обширных такыровидных поверхностях при поливе минерализованной водой. Они господствуют и на значительной территории плато тре-

тично-мелового периода – гипсовых пустынях, преобладают на засоленных песчаных почвах и участвуют в формировании растительности подгорных равнин и низких предгорий на засоленных светлых серозёмах.

Областями выноса солей являются горные территории и большая часть предгорий, а обширные равнинные пространства относятся к районам интенсивного накопления солей. Попадая на равнину, обогащённые солями подземные и поверхностные воды рассеиваются. При этом в условиях аридного климата, когда процесс испарения преобладает над выпадением осадков, и при слабой дренированности почв запасы почвогрунтовых солей увеличиваются.

Для Туркменистана характерно наличие больших площадей засоленных пастбищных земель. Высокая концентрация солей в почвенных профилях обуславливает отсутствие здесь растений. По существу, это бросовые земли. В связи с изменением климата существенное экологическое значение имеет выращивание на них древовидных, кустарниковых и травянистых галофитов и других солеустойчивых культур.

Использование системы биотической мелиорации не только улучшает состояние земель, но и повышает их плодородие, обеспечивая производство высокопитательных кормов на засоленных, по существу бросовых землях, что позволяет вовлечь их в сельскохозяйственный оборот.

Для создания галофитных пастбищных фитоценозов на засоленных землях необходимо использовать виды родов Солянка (*Salsola*), Климакоптера (*Climacoptera*), Лебеда (*Suaeda*), Саксаул (*Haloxylon*), Соляноколосник (*Halostachys*), Терескен (*Ceratoides*), Кохия (*Kochia*), Полынь (*Artemesia*), Галохарис (*Halocharis*), Галотамнус (*Halothamnus*), Прибрежница (*Aeluropus*) и другие дикорастущие растения солончаков и такыровидных почв Туркменистана.

Многолетние галофиты покрывают почву в течение длительного времени, стабилизируя её состояние глубокой и хорошо разветвлённой корневой системой. Физиологические и морфологические признаки большинства из них позволяют противостоять длительной засухе. В связи с этим галофитное растениеводство для Туркме-



нистана может стать крупным источником производства высокобелковых кормов, а также эффективным средством биотической мелиорации деградированных засоленных земель [1,3].

Туркменистан активно выступает за укрепление и получение действенных практических результатов международного сотрудничества в области борьбы с опустыниванием. Двустороннее и многостороннее сотрудничество нашей страны в решении

связанных с этим проблем основано на соблюдении принципов и подходов, изложенных в соответствующих государственных программах, и обеспечивает выполнение обязательств, принятых по международным природоохранным конвенциям и соглашениям.

Дата поступления  
12 января 2022 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Бабаев А.Г.* Проблемы пустынь и опустынивания. Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2012.
2. *Дуриков М.Х., Мамедов Э.Ю., Эсенов П.Э.* Рекомендации по выращиванию галофитных растений на засоленных землях Туркменистана. Ашхабад, 2016.
3. *Мамедов Э.Ю., Дуриков М.Х., Мамедов Б.К.* Рациональное использование пастбищ Туркменистана // Пробл. осв. пустынь. 2014. № 3-4.
4. *Мамедов Э.Ю., Эсенов П.Э., Дуриков М.Х. и др.* Опыт выращивания галофитов на засоленных землях. Ашхабад, 2010.
5. *Мухаммедов Г.М.* Улучшение пастбищ Центральных Каракумов. Ашхабад: Ылым, 1979.
6. *Мухаммедов Г.М., Дуриков М.Х.* Агротехнические указания по возделыванию изеня в Туркменистане. Ашхабад: Ылым, 1986.
7. *Нечаева Н.Т., Приходько С.Я.* Искусственные зимние пастбища в предгорных пустынях Средней Азии. Ашхабад: Туркменистан, 1966.
8. *Спивак Л.Ф., Батырбаева М.Ж., Витковская И.С. и др.* Анализ межсезонной динамики растительности на территории Туркменистана // Пробл. осв. пустынь. 2006. №4.
9. *Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Управление системами, находящимися под угрозой.* М.: Весь мир, 2012.
10. *Buras Allan, Thevs Niels, Zerbe Stefan and Wilmking Martin.* Productivity and carbon sequestration of *Populus euphratica* at the Amu River, Turkmenistan // Forestry – An International Journal of Forest Research, 2013. 86.
11. *Food and Agriculture Organization of the United Nation.* Global Soil Organic Carbon Sequestration Potential Map // Technical specification and country guidelines, 2020.
12. *Tennigkeit T., Wilkes A.* An Assessment of the Potential for Carbon Finance in Rangelands // ICRAF. Chine, 2008.
13. *Wilke and Morton.* Upper Midwest Farmer Perceptions: Too Much Uncertainty about Impacts of Climate Change to Justify Changing Current Agricultural Practices // Journal of Soil and Water Conservation. 2017. 73 (3).
14. *Wisniewski Joe, Dixon Robert K., Kinsman John D., Sampson R. Nail, Lugo Ariel E.* Carbon dioxide sequestration in terrestrial ecosystems // Climate Research. 1993. Vol. 3.

M.H. DURIKOW, M.D. NEPEW

## TÜRKMENISTANDA ÝERLERIŇ ZAÝALANMAGYNA GARŞY GÖREŞ

Çölleşme hadysalaryna garşy göreşmegiň çäklerinde ýerleriň aralyk zaýalanmagynyň global konsepsiýasynyň ýörelgeleri hem-de olary milli derejede ulanmagyň mümkinçilikleri beýan edilýär. Toprakda uglerodyň toplanmagynda we özleşdirilmeginde galofitlaryň ähmiýeti görkezilýär.

Öri meýdanlarynyň hasylylygyny ýokarlandyrmak we daşky gurşawyň ýagdaýyny gowulandyrmak maksady bilen çöl öri meýdanlaryny gowulandyrmagyň we ösümlük örtügininiň görnüş düzümini baýlaşdyrmagyň synagdan geçen usullaryna seredilýär.

M.H. DURIKOV, M.D. NEPEW

## COMBATING LAND DEGRADATION IN TURKMENISTAN

The article summarizes the principles of the global concept of the Land Degradation Neutrality (LDN) within the framework of combating desertification processes and demonstrates the applicability of LDN principles at the national level. Additionally, the role of halophytic plants in the sequestration and accumulation of carbon in the soil is showcased.

Approbated methods for improving and enriching the desert pasture vegetation's composition is discussed, which target the overall increase of pasture productivity and improved condition of the environment.

## ИНТЕГРАЦИЯ СЕЛЬСКОГО И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ТУРКМЕНИСТАНА В ПЛАНЫ ПО АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА

*Рассматриваются основные принципы интеграции сельского и водного хозяйства в национальные планы по адаптации к изменению климата.*

*Показано, что эти принципы являются вспомогательным механизмом, посредством использования которого можно планировать и предпринимать действия для обеспечения эффективности адаптационных мероприятий.*

Туркменистан активно участвует в реализации Парижского соглашения по климату, ратифицированного 23 октября 2016 г. Исходя из обязательств, взятых нашей страной в рамках этого документа, и в контексте реализации Целей ООН по устойчивому развитию в 2019 г. была принята Национальная стратегия Туркменистана об изменении климата. Одной из её главных задач является разработка и реализация мер по адаптации к изменению климата всех подразделений двух важнейших секторов экономики страны – сельского и водного хозяйства [3].

В рамках проекта «Поддержка климатически устойчивой экономической жизнедеятельности сельскохозяйственных сообществ в засушливых регионах Туркменистана» на основе изучения международного опыта были определены основополагающие принципы работы по адаптации к изменению климата для включения их в национальные планы развития сельского и водного хозяйства. Документ может служить руководством для принятия решений в критических ситуациях и обозначает границы адаптационной деятельности в условиях изменения климата. Это своего рода вспомогательный механизм, посредством использования которого можно планировать и предпринимать действия для обеспечения

эффективности указанной деятельности.

Туркменистан взял на себя ответственность за разработку и реализацию плана адаптации на своей территории. Эта работа предполагает укрепление и использование национального потенциала с привлечением соответствующих специалистов, разработку новых или пересмотр существующих норм и правил, стандартов, подготовку методических указаний и других документов, которые будут способствовать решению обозначенной проблемы [5]. При этом соблюдение основных принципов этой интеграции в национальные планы действий поможет в разработке мер адаптации и верификации отчётности по их реализации.

Участие заинтересованных сторон и лиц, принимающих решения, будет способствовать достижению поставленной цели. Местные сообщества, производители сельхозпродукции, сталкивающиеся в своей деятельности с последствиями климатических изменений, непосредственно заинтересованы в использовании новых и более эффективных методов ведения сельского хозяйства.

Обмен знаниями в области адаптации сельхозпроизводителей и объектов водного хозяйства к изменению климата посредством проведения консультаций со всеми заинтересованными сторонами будет спо-



способствовать успеху этой работы. Таковыми являются местные сообщества, сотрудники водохозяйственных организаций, земле- и водопользователи, местные, региональные или национальные государственные организации, научно-исследовательские институты, учебные заведения сельскохозяйственного профиля, неправительственные структуры, представители частного сектора и др. Учёт мнений и предложений заинтересованных сторон – это важнейший фактор успеха реализации адаптационных мероприятий. Все заинтересованные стороны при этом получают следующие выгоды:

- учёт интересов, проблем и потребностей;
- информационное обеспечение при принятии решений;
- достижение консенсуса (отсутствие конфликтов);
- возможность общественного контроля эксплуатации всех включённых в работу систем;
- наличие постоянной обратной связи;
- возможность повышения уровня знаний, навыков и понимания целей;
- наличие доверительных отношений между государством и сельскохозяйственными сообществами, способствующих долгосрочному сотрудничеству.

*Интеграция адаптации в процессы устойчивого развития.* Национальной стратегией Туркменистана об изменении климата предусмотрено, что адаптационные меры должны быть отражены в долгосрочных национальных стратегиях, планах и программах развития страны [3]. Согласно этому, в ближайшие годы будет подготовлен Национальный план адаптации. При этом одной из важнейших задач является интегрирование всех связанных с этим мероприятий в существующие и новые планы развития всех отраслей экономики страны [6]. Это позволит выявить новые возможности взаимодействия в решении проблем, обусловленных изменением климата.

*Экологическая устойчивость сельского и водного хозяйства.* В условиях аридного климата Туркменистана сельскохозяйственная отрасль является крупнейшим потребителем воды (около 90% всех водных ресурсов страны).

Орошаемое земледелие, обеспечивая продовольственную независимость страны, негативно сказывается на состоянии окружающей среды, особенно в условиях аридной зоны, экосистемы которой хрупки и уязвимы к любому внешнему воздействию [1]. Для решения проблемы управления использованием водных ресурсов необходимо обладать огромным объёмом информации о международном опыте. К сожалению, традиционные методы принятия решений в этой области не всегда эффективны. Неполный и неточный учёт различных факторов может привести к снижению плодородия земель, эффективности использования ресурсов и ухудшению состояния окружающей среды.

Принцип экологической устойчивости заключается в том, что все меры по адаптации к изменению климата должны соотноситься с экономическими, социальными и экологическими факторами для поиска оптимального решения рассматриваемой проблемы. Именно поэтому сельское хозяйство является в настоящее время не только одним из видов экономической деятельности государства, но и фактором, определяющим состояние окружающей среды.

На сегодняшний день важнейшей проблемой является деградация земель (засоленность, потеря плодородия вследствие нерационального их использования, чрезмерного применения удобрений и ядохимикатов, а также изменение климата).

Экологическая устойчивость обеспечивается при выполнении соответствующих требований к сельскохозяйственному производству. Для оценки их соблюдения используются индикаторы деградации земель (уровень залегания грунтовых вод и их минерализация, засоление почвы, иссушение и заболачивание поверхностного и корневого слоёв, наличие сорняков, уменьшение количества дождевых червей или их отсутствие и др.).

*Интеграция адаптации в основные процессы планирования (планы, подходы, механизмы).* Адаптация к изменению климата будет происходить максимально эффективно при её интеграции в основную деятельность организаций (их экологическую политику, планы, подходы и програм-



мы). Разработка и включение мер по адаптации в планы развития сельского и водного хозяйства должны основываться на научном подходе, разрабатываемом по результатам мониторинга и оценки ситуации.

Мониторинг и оценка осуществляются при поддержке научно-исследовательских учреждений, служб по гидрометеорологии и агроэкологическому мониторингу, агрохимических лабораторий. В настоящее время этот механизм в полной мере не отработан, кроме того, необходима разработка нормативно-правовой базы, принятие законодательных актов, регулирующих вопросы научного обеспечения сельскохозяйственного производства в условиях климатических изменений. Вовлечение в сельскохозяйственный сектор частных структур и индивидуальных предпринимателей наряду с положительным аспектом имеет и отрицательный, так как последние зачастую стремятся к получению прибыли, игнорируя соблюдение требований экологов.

Механизм адаптации к изменению климата заключается в ресурсном обеспечении процесса приспособления сельскохозяйственного производства к новым условиям, а адаптационный план является частью производственных планов всех сельхозпредприятий и финансируется большей частью за счёт их средств. Однако некоторые мероприятия могут быть включены в государственную программу развития сельских сообществ.

На современном этапе развития сельского хозяйства при разработке новых технологий выращивания тех или иных культур необходимо учитывать природно-климатические условия территории. Для этого широко используются методы моделирования агроэкологических зон. Модели этих зон являются мощнейшим инструментом при планировании адаптационных мероприятий, так как для их выбора необходима информация о состоянии почвы и воды на этой территории. Например, разработка ирригационно-мелиоративных, агрономических мероприятий выполняется на основе данных почвенной съёмки и оценки мелиоративного состояния орошаемых земель. Реализация разработанных с использованием модели агроэкологических зон

адаптационных мер обеспечивается финансовыми ресурсами, предусмотренными производственно-финансовыми планами хозяйств.

*Гендерное равенство* – основополагающий элемент в обеспечении устойчивого развития, поэтому все связанные с этим вопросы находят отражение в национальных программах.

В условиях аридного климата развитие сельского хозяйства определяется наличием воды и её рациональным использованием. Гендерный аспект водопользования отражён в Йоханнесбургском плане реализации ИУВР, утверждённом на Всемирном саммите в г. Дублине (сентябрь 2005 г.) Роль женщин как провайдеров и пользователей водных ресурсов редко находит место в институциональных структурах по управлению использованием водных и земельных ресурсов. Соблюдение этого принципа требует создания для женщин соответствующих условий и наделения их полномочиями для участия во всех процессах водохозяйственной деятельности и на всех её уровнях.

*Продвижение аргументированных научных подходов.* Разработка национальных и местных планов адаптации к изменению климата в области сельского и водного хозяйства требует общих научно-методических подходов. В этом контексте Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) обладает богатым опытом использования научных знаний и рекомендаций местных сообществ [4]. При наличии каких-либо факторов неопределённости разрабатываются сценарии принятия обоснованных решений. Поэтому одним из руководящих принципов включения мер адаптации в планы развития сельского и водного хозяйства является продвижение аргументированных научных подходов с использованием результатов мониторинга и всех необходимых измерений. При этом наличие только результатов климатических исследований недостаточно, необходимы данные систематических наблюдений за почвенным покровом и уровнем залегания грунтовых вод в конкретном хозяйстве и мелиоративным состоянием орошаемых земель. Такой подход к разработке адапта-





ционного плана в условиях изменения климата обязателен. Каждое хозяйство должно иметь «паспорт поля», то есть базу данных о землепользовании. Это позволяет более эффективно и рационально использовать земельные и водные ресурсы и разрабатывать соответствующие технические, экономические и организационные меры. База данных содержит сведения о размере поля, механическом составе и степени засоления почв, содержании питательных веществ и их изменении по годам, о севообороте, количестве и качестве урожая, агротехнических мероприятиях и мелиоративном состоянии земель.

Для создания базы данных необходимо, чтобы специалисты хозяйств, землевладельцы и арендаторы могли свободно пользоваться современным оборудованием и соответствующими методиками. В связи с этим одна из основных задач учёных и экспертов предоставлять дайханам необходимую информацию и давать рекомендации. Для успешного выполнения этой задачи необходимо тесное сотрудничество дайханских хозяйств и объединений с научными центрами, использование современных инновационных технологий ведения сельского хозяйства посредством создания имитационной компьютерной модели. Суть моделирования заключается в том, что, рентабельность сельскохозяйственного производства определяется в зависимости от природно-климатических условий с учётом ожидаемого уровня обеспеченности водой в течение всего периода от сева культуры до созревания урожая.

Для внедрения принципа продвижения аргументированных научных подходов важна детализация агроэкологических зон, особенно при выборе сельскохозяйственных культур для выращивания в конкретном регионе страны с учётом его социально-экономических факторов и состояния орошаемых земель. Модели агроэкологических зон позволяют определить воздействие изменение климата, рассчитать возможную выгоду, либо предвидеть экономический ущерб и, соответственно, разработать механизм, который позволит оценить и интегрировать в планы развития результаты исследований.

*Информационная открытость процессов адаптации к изменению климата.* Туркменистан является стороной Парижского соглашения и активно участвует в процессах планирования и реализации его положений об адаптации к изменению климата, включая разработку национального адаптационного плана. Последнее требует создания атмосферы взаимного доверия партнёров, применения транспарентных методов работы и оценки неопределённости, соблюдения интересов сторон, планируемой деятельности и т.д. Такой подход очень важен в межотраслевом контексте, когда решение некоторых вопросов требует конфиденциальности. Основными же путями достижения открытости действий являются совместный сбор данных и информации, обмен ими, периодические контакты со специалистами других отраслей, подготовка и распространение совместных докладов.

*Гибкость процессов адаптации.* Стратегии, планы и меры по адаптации должны предусматривать определённую гибкость в действиях и возможность их корректировки при необходимости. Гибкость – это эффективная адаптация, то есть способность организации быстро изменять внутренние правила и структуру, виды деятельности без привлечения дополнительных финансовых средств. Это один из главных факторов жизнеспособности организации и устойчивости её деятельности.

В условиях Туркменистана принцип гибкости процессов адаптации является весьма актуальным при управлении использованием водных ресурсов и ведении сельскохозяйственного производства. Зависимость аграрного сектора экономики от природно-климатических условий и опасность причинения экономического ущерба сельскохозяйственным товаропроизводителям в результате тех или иных природных катаклизмов обуславливают необходимость широкого использования гидрометеорологической информации для минимизации потерь. Этот принцип зафиксирован в Водном кодексе Туркменистана (ст. 104/4) и подчёркивает необходимость в технических и экономических инструментах управления использованием водных ресурсов для



реагирования на меняющиеся условия. Пересмотр лимитов водопользования требует внесения изменений в технологии выращивания сельскохозяйственных растений [3]. При этом изменятся продолжительность межполивного периода, ожидаемая урожайность сельскохозяйственных культур, условия, нормы и сроки внесения минеральных удобрений и т. д.

Для пересмотра технологий нужны инструменты, учитывающие новые условия и лимит. Ими могут стать компьютерные модели планирования орошения.

Соблюдение принципа гибкости водохозяйственными организациями и фермерскими хозяйствами предполагает необходимость постоянного совершенствования деятельности, адаптации к новым условиям, информационной обеспеченности, непрерывного обучения посредством итеративного подхода для лучшего понимания ситуации и быстрого принятия эффективных решений.

*Ответственность за процесс адаптации к изменению климата и предоставленные возможности для проверки результатов этой работы несут соответствующие структуры. Она закрепляется нормативно-правовой, методической и институциональной базой. Соответствующие документы должны устанавливать порядок подготовки и представления субъектами адаптации отчетов о принятых мерах, порядок их приёма и проверки органами исполнительной власти. Субъекты адаптационного процесса несут ответственность за несвоевременное представление отчетов о реализации планов адаптации или недостоверных сведений.*

Реализация адаптационного процесса требует внесения изменений в деятельность организаций, а их руководители должны проявлять заинтересованность, открытость, способность управлять посредством:

- принятия ответственности за результат адаптационных мер;
- определения адаптационной политики и целей, совместимых со стратегической направленностью и контекстом деятельности организаций;
- управления процессами адаптации;

- подтверждения наличия ресурсов для принятия адаптационных мер;
- обмена информацией, своевременного представления отчетности, наложения штрафов.

Принятие руководителем обязательств по адаптации к изменению климата даёт возможность для формализации структуры организации, когда будут чётко определены функции и обязанности её сотрудников, что позволит ей эффективно функционировать.

*Решение проблем адаптации на самом низшем уровне – один из принципов включения связанных с этим вопросов в национальные и местные планы развития сельского и водного хозяйства. Согласно этому принципу, права и интересы местных сообществ, организаций, дайханских хозяйств имеют приоритет в отношении структур более высокого порядка, в том числе министерства, а его соблюдение предполагает необходимость перераспределения ответственности снизу вверх, когда вышестоящие органы управления берут на себя те функции, которые не могут выполнить низовые структуры.*

В условиях засушливого климата для принятия адаптационных решений крайне необходим учёт местных природно-климатических и хозяйственных условий. Это не под силу министерству. В этом контексте использование зональных технологий, предусматривающих одинаковые рекомендации для всех хозяйств региона, нарушает данный принцип. В связи с этим необходимо использовать методы и подходы, ориентированные на природно-климатические изменения, произошедшие за последние годы. В законах и кодексах приведены общие положения, которые необходимо конкретизировать нормативно-правовыми актами более низкого уровня. Для этого надо разработать новые или обновить существующие нормы и правила, методические указания, стандарты и другие документы, что будет способствовать решению проблем, обусловленных изменением климата. Рассматриваемый принцип предполагает необходимость принятия унифицированной методологии по оценке риска климатических изменений, ранжированию мер по



адаптации к новым условиям, разработке планов на разном уровне и показателей их достижения.

*Системное мышление* предполагает понимание сложного и взаимосвязанного механизма работы различных организаций. Адаптация деятельности предприятий сельского и водного хозяйства к климатическим изменениям возможна путём устойчивого управления использованием земельных ресурсов (УУЗР). Наличие множества участвующих в этом процессе структур и сложность их взаимосвязей обуславливают необходимость системного подхода. Системное мышление позволяет анализировать совокупность взаимодействий и взаимозависимостей, влияющих на деятельность организаций, включая взаимодействие и взаимозависимость организационных границ.

В настоящее время дайханские объединения взаимодействуют с множеством организаций, занимающихся оказанием услуг по предоставлению сельхозпродукции и обеспечению её производителей водой. Большое значение в успешном планировании и реализации местных адаптационных планов имеет согласованное взаимодействие всех участников процесса и государственных структур, контролирующей деятельность дайханских объединений. Надлежащее взаимодействие последних с государственными структурами возможно при наличии технического потенциала и соответствующих специалистов.

Дата поступления  
5 ноября 2020 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаев А.Г. Проблемы пустынь и опустынивания. Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2012.
2. *Водный кодекс* Туркменистана. Ашхабад, 2016.
3. *Национальная стратегия Туркменистана об изменении климата*. Ашхабад, 2019.
4. *Стратегия ФАО в отношении изменения климата*. Рим, 2017.
5. *International Standard ISO 14090. Adaptation to climate change – Principles, requirements and guidelines*. Geneva, 2019.
6. *National Adaptation Plans. Technical guidelines for the national adaptation plan process*. LDC Expert Group. Bonn, 2012.

A. ÖWEZBERDIÝEWA

### KLIMATYŇ ÜÝTGEMEGINE UÝGUNLAŞMAGYŇ MEÝILNAMALARYNA OBA WE SUW HOJALYGynyň MESELELERINI ORNAŞDYRYLMAGY

Klimatyň üýtgemegine uýgunlaşmagyň milli meýilnamasyna oba we suw hojalygynyň ornaşdyrylmagynyň esasy ýörelgelerine seredilýär.

Bu ýörelgeleriň, ýardam ediji häsiýete eýe bolup, uýgunlaşma çäreleriniň netijeliligini üpjün etmek üçin işleri meýileşdirmäge we ýerine ýetirmäge mümkinçilik berýändigini görkezildi.

A. OVEZBERDYEVA

### INTEGRATING AGRICULTURE AND WATER MANAGEMENT ISSUES INTO THE CLIMATE CHANGE ADAPTATION PLANS

The basic principles of mainstreaming agriculture and water resources management issues considerations into the National Plan for Climate Change Adaptation are proposed.

These principles are voluntary and through which it is possible to plan and undertake actions to ensure the effectiveness of adaptation measures.

## ПЕРСПЕКТИВЫ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД

*Приводятся данные анализа качества высокоминерализованных подземных промышленных вод йодобромных и нефтегазовых месторождений Туркменистана.*

*Экологическое и экономическое значение извлечения солей и минералов, входящих в их состав, иллюстрируется на примере промышленных сточных вод. Эти данные позволяют дать геоэкологическую характеристику состояния и перспектив комплексного использования высокоминерализованных вод.*

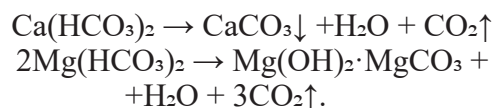
Как известно, вода – единственный природный минерал, без которого жизнь на Земле невозможна. Однако запасы пресных вод составляют всего около 3 % от общего объема водных ресурсов мира, остальные – солёные воды различной степени минерализации.

Рост объема водопотребления в мире, особенно в его маловодных и пустынных регионах, обостряет проблему нехватки пресной воды. В связи с этим возникает необходимость рационального и бережного использования всех водных ресурсов, в том числе подземных минерализованных промышленных йодобромных, попутных нефтегазовых, рудничных, шахтных, коллекторно-дренажных и др.

В зависимости от содержания солей эти воды классифицируются как пресные (до 1 г/л), слабосолоноватые (1–3), солончатые (3–5), сильносолончатые (5–10), солёные (10–25), сильносолёные (25–50), рассолы (более 50 г/л). По преобладающему аниону они делятся на гидрокарбонатные и карбонатные, сульфатные и хлоридные, а по преобладающему катиону – на кальциевые, магниевые и натриевые. Химический состав минерализованных производственных сточных вод очень разнообразен. Они могут содержать практически все из-

вестные неорганические и органические вещества, в частности, нафтеновые кислоты, а также ценные и токсичные (табл. 1).

Известно, что основным показателем качества воды является её жёсткость, которая определяется суммарным количеством солей кальция и магния в мг-экв/л. Различают карбонатную, некарбонатную и общую жёсткость. Карбонатная (временная или устранимая кипячением воды) жёсткость обусловлена присутствием в воде растворённых гидрокарбонатов кальция и магния, которые при её кипячении переходят в плотный остаток нерастворимых карбонатов:



Некарбонатная (постоянная) жёсткость обусловлена содержанием в воде других солей кальция и магния, не выпадающих в осадок при кипячении. Сумма значений карбонатной и некарбонатной жёсткости воды составляет её общую жёсткость. Природные воды по этому показателю подразделяются на очень мягкие (0–1,5 мг-экв/л), мягкие (1,5–3), умеренно жесткие (3–6), жёсткие (6–10) и очень жесткие (>10 мг-экв/л). Именно жёсткостью определяется и качество питьевых, хозяйственно-бытовых

## Химический состав промышленных минерализованных вод

| Предприятие и месторождение  | рН   | Макроэлементы, г/л |                  |                 |                 |                               |      |      |    |      |      |      |     |      |       | Сумма солей, г/л |
|------------------------------|------|--------------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|------|------|----|------|------|------|-----|------|-------|------------------|
|                              |      | Ca <sup>2+</sup>   | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | Cl <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | Br   | I    | B  | Sr   | Li   | Ba   | Fe  | Rb   | Cs    |                  |
| <i>Йодобромные воды</i>      |      |                    |                  |                 |                 |                               |      |      |    |      |      |      |     |      |       |                  |
| Хазарский химический завод   | 2,29 | 20,0               | 3,6              | 74,7            | 161,5           | 0,002                         | 135  | 3,2  | 11 | 435  | 2,1  | –    | –   | 0,3  | 0,3   | 258,7            |
| Балканабатский йодный завод  | 2,55 | 10,0               | 1,5              | 51,2            | 97,5            | 0,23                          | 130  | 2,5  | 30 | 300  | 1,5  | –    | –   | 0,2  | 0,25  | 160,5            |
| Берекетский йодный завод     | 0,90 | 0,31               | 0,19             | 10,7            | 15,6            | 0,5                           | –    | –    | –  | 73,3 | –    | 0,09 | –   | –    | –     | 27,8             |
| Гограндаг-Карадаш-линское    | 6,43 | 10,3               | 1,9              | 56,5            | 110,4           | 0,22                          | 385  | 35,4 | 39 | 350  | –    | –    | –   | –    | –     | 181,0            |
| <i>Нефтегазовые</i>          |      |                    |                  |                 |                 |                               |      |      |    |      |      |      |     |      |       |                  |
| Довлетабадское газовое       | 7,49 | 1,3                | 0,19             | 12,3            | 21,5            | 0,06                          | 72,5 | 42,4 | –  | 94   | –    | –    | 1,1 | –    | –     | 34,3             |
| Котуртепинское нефляное      | 6,13 | 3,1                | 1,2              | 17,0            | 35,0            | 0,09                          | 109  | 31   | 48 | 197  | 0,17 | –    | –   | 0,05 | <0,05 | 56,5             |
| Челекенская морская скважина | 5,22 | 9,6                | 2,9              | 55,2            | 110,6           | 0,41                          | 392  | 34   | 91 | 394  | 0,17 | –    | –   | 0,05 | <0,05 | 179,5            |
| Гуйджик                      | 5,82 | 4,24               | 0,73             | 68,2            | 114,8           | –                             | –    | –    | –  | 457  | –    | –    | –   | –    | –     | 188,1            |
| Барсагельмес                 | 6,67 | 1,4                | 0,48             | 37,2            | 61,1            | –                             | –    | –    | –  | –    | –    | –    | –   | –    | –     | 100,2            |
| Чекишлер                     | 6,50 | 1,9                | 0,86             | 36,1            | 60,0            | –                             | 147  | 48,3 | 83 | 84   | 0,68 | –    | –   | –    | –     | 98,9             |



и других вод, поэтому перед употреблением их умягчают различными способами – очистка, опреснение, комплексная переработка сильноминерализованных рассолов как гидроминерального сырья и др.

Умягчение – это процесс удаления из жёсткой воды ионов кальция и магния до нормы. Допустимая норма жёсткости для питьевых вод составляет около 7 мг-экв/л. Следует сказать, что приведённые данные характеризуют лишь общие показатели для всех вод, на практике же в каждом конкретном случае они отличаются и другими качественными характеристиками.

Как известно, по запасам и многообразию гидроминерального сырья Туркменистан занимает ведущие позиции в мире. Это подземные промышленные йодобромные воды, попутные нефтегазовые, содержащие ряд минеральных солей и редких элементов. В настоящее время на базе этого ресурсного потенциала работают заводы в Хазаре, Балканабате и Берекете. В ближайшей перспективе планируется расширение ассортимента и количества выпускаемой ими продукции, а также создание новых производств благодаря открытию новых месторождений углеводородов в Западном Туркменистане. Увеличение добычи природного газа и нефти будет сопровождаться ростом объёма попутных нефтегазовых вод [7]. В связи с этим актуальной становится проблема комплексного использования гидроминерального сырья. Особенно остро стоят вопросы рационального использования этих вод и охраны окружающей среды в прибрежной зоне Каспийского моря [6]. Кроме того, так как запасы традиционных твёрдых полезных ископаемых в мире исчерпываются, эти воды являются бесплатным сырьём, и себестоимость получаемых из них продуктов будет определяться лишь технологическими издержками.

На важность комплексного и экологически безопасного использования минерализованных подземных вод было указано на встрече Президента Туркменистана с работниками нефтегазовой отрасли страны [4]. Поэтому в настоящее время ведутся научные исследования по разработке новых технологий в этой области. В частности, при исследовании нами некоторых йодобромных и нефтегазовых вод установлено, что они имеют довольно сложный состав,

отличаются высоким содержанием солей, элементов жёсткости, а сточные воды йодобромного производства к тому же – высокой кислотностью (см. табл. 1). Наряду с макросолями хлоридов натрия, кальция, магния в них содержится ряд таких ценных редких элементов, как стронций, бор, литий. Стронций также токсичен для живых организмов, а его содержание в воде в десятки раз превышает предельно допустимые концентрации (табл. 2). Это касается также хрома, кадмия, железа и др., что подтверждено результатами исследований на прибрежной территории Каспия, прилегающей к Хазарскому химическому заводу [1]. Известно, что стратификация морской воды обуславливает дефицит кислорода в ней, а это, в свою очередь, может привести к гибели некоторых представителей морской флоры и фауны, в частности, ценных видов рыб.

В связи с этим необходимо извлечение этих редких элементов из вод. Для этого требуется доведение их концентрации до промышленной кондиции путём испарения (табл. 3). Чтобы при этом уменьшить затраты энергии, что важно в условиях жаркого и сухого климата Туркменистана, концентрирование надо осуществлять испарением воды в открытых естественных бассейнах. Возможность использования этого способа продемонстрирована посредством наших исследований на Хазарском химическом заводе. Кроме того, нами разработана принципиальная технологическая схема практически безотходной и комплексной переработки йодобромной сточной воды с получением чистых продуктов макросолей и концентрата редких элементов с последующим извлечением их сорбционными методами [5].

К минерализованным (в среднем 5–7 г/л и выше) относятся также коллекторно-дренажные воды. Их повторное использование возможно путём очистки и опреснения современными методами, в частности, мембранными (обратным осмосом и электродиализом), широко применяемыми в мире. При этом капитальные затраты и стоимость опреснения в 5–6 раз меньше, чем при использовании традиционной энергоёмкой дистилляции [3]. После опреснения остаются концентрированные рассолы солей. Их химическая переработка позволит получить продукты, реализа-

**Соотношение содержания вредных микроэлементов (С<sub>i</sub>) сточных вод Хазарского химического завода и их предельно допустимой концентрации (ПДК) в воде [2]**

| Микрокомпоненты              | Сточные воды, мг/л | ПДК, мг/л | С <sub>i</sub> /ПДК |
|------------------------------|--------------------|-----------|---------------------|
| Sr                           | 470                | 7         | 67                  |
| Cu                           | 0,1                | 0,01      | 10                  |
| Zn                           | 0,1                | 0,01      | 10                  |
| Cd                           | 0,3                | 0,005     | 60                  |
| Pb                           | 0,1                | 0,01      | 10                  |
| Cr                           | 0,8                | 0,01      | 800                 |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | 95                 | 1,2       | 79                  |
| Br                           | 135                | 0,2       | 675                 |
| Fe                           | 4,1                | 0,5       | 8                   |

Таблица 3

**Классификация минерализованных вод по промышленной кондиции для извлечения редких элементов [6]**

| Воды        | Редкие элементы | Требуемая промышленная концентрация, мг/л |
|-------------|-----------------|---|
| Йодные      | Йод             | 18  |
| Бромные     | Бром            | 200                                       |
| Борные      | Бор             | 250                                       |
| Стронциевые | Стронций        | 500                                       |
| Литиевые    | Литий           | 10  |
| Рубидиевые  | Рубидий         | 5   |
| Цезиевые    | Цезий           | 1   |

ция которых может окупить часть затрат.

Таким образом, современные достижения науки и техники открывают возможности для комплексного и экологически

безопасного использования подземных минерализованных вод.

Дата поступления

21 декабря 2021 г.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексян С.Н., Лаврова Р.В., Гайнуллина Т.Э.* Оценка качества морской воды в прибрежной зоне полуострова Челекен // Пробл. осв. пустынь. 2015. № 1-2.

2. *Евжанов Х.* Переработка стронцийсодержащих промышленных вод и минералов. Ашхабад, 1994.

3. *Евжанов Х.* Очистка и повторное использова-

ние коллекторно-дренажных вод // Химия и технология воды. 2009. № 1.

4. *Евжанов Х.* Нефтехимическая и химическая промышленность процветает // Промышленность Туркменистана. 2019. №2.

5. *Евжанов Х.* Эколого-экономическое значение комплексного использования высокоминерализованных вод // Пробл. осв. пустынь. 2020. №1-2.



6. *Комплексная переработка минерализованных вод* / Под ред. акад. АН УССР А.Т. Пилипенко. Киев, 1984.

7. Маммедов М. Международный форум, про-

ведённый в год знаменательных дат – важный шаг в укреплении сотрудничества // Нефть, газ, минеральные ресурсы Туркменистана. 2021. № 2 (53).

H. ÝOWJANOW, A. GARRYÝEWA, O. BEGMYRADOWA

### ÝERASTY MINERALLAŞAN SUWLARY TOPLUMLAÝYN ULANMAGYŇ GELJEGI

Türkmenistanyň ýokary minerallaşan ýerasty senagat ýod-brom, nebit-gaz ugurdaş suwlarynyň hili ekologik taýdan seljerilýär. Olaryň düzümindäki duzlary we peýdaly mikroelementleri çykaryp almagyň ekologik we ykdysady ähmiýeti önümçilik kärhanalarynda emele gelýän akyndy suwlaryň mysalynda görkezilýär.

Getirilen maglumatlaryň üsti bilen ýokary minerallaşan suwlaryň ýagdaýy we toplumlaýyn ulanylmagynyň geljegi geoekologik taýdan häsiýetlendirilýär.

H. EVZHANOV, A. GARRYEVA, O. BEGMYRADOVA

### THE PROSPECTS OF COMPLEX USE OF UNDERGROUND MINERALIZED WATER

The quality of highly mineralized underground industrial water iodine-bromine and oil and gas fields of Turkmenistan is analyzed ecologically. The ecological and economic significance of the extraction of salts and minerals that make up them is illustrated by the example of industrial wastewater.

These data allow us to geo-ecologically characterize the state and prospects for the integrated use of highly mineralized water.





## БЕЗОТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ЗАГРЯЗНЁННЫХ ПЛАСТОВЫХ ВОД

*Предлагается экологически безопасный способ очистки загрязнённых пластовых вод, который позволит компенсировать расходы, связанные с их использованием в нефтедобыче, и повысить её эффективность.*

Вопросы комплексного изучения природных условий, рационального использования ресурсов пустынных территорий с учётом национальных и природно-климатических особенностей страны, её экологической безопасности нашли отражение в Национальной программе социально-экономического развития Туркменистана на 2011–2030 годы. Их решение зависит от успешной работы различных отраслей экономики, а её нефтегазовый сектор как один из ведущих во многом определяет успех реализации этой программы и в своей работе опирается на науку [1]. В связи с этим учёными нашей страны ведутся исследования по разработке новых методов и технологий, в частности, в области нефте- и газодобычи.

Известно, что для поддержания давления продуктивных пластов скважин используются пластовые воды, извлекаемые вместе с нефтью при её добыче. Как правило, они содержат большое количество вредных примесей (например, минерализация этих вод на месторождениях побережья Каспийского моря составляет 120–230 мг/л). Использование загрязнённых пластовых вод осложняет процесс нефтедобычи, поэтому необходима их очистка. Искусственное нагнетание очищенных пластовых вод в продуктивных пластах скважин способствует повышению их нефтеотдачи. Кроме того, использование очищенных

пластовых вод при эксплуатации нефтегазовых месторождений Каспийского региона, имеющего особый статус не только в развитии Туркменистана, но и всех соседних с ним прибрежных государств, помимо учёта экономической составляющей, диктует необходимость строжайшего соблюдения принципов охраны окружающей среды, отраженных в соответствующих международных документах. Одним из путей достижения этого является использование новейших технологий, в частности, технологии безотходной циркуляции по схеме: *нагнетательная скважина – пласт – нефтяная скважина – цех подготовки и слива нефти с установкой подготовки воды – система искусственного поддержания давления.*

Смесь нефти и воды, поступающая с разрабатываемых месторождений, перед транспортировкой на нефтеперерабатывающий завод сепарируется с целью доведения содержания остаточных солей в ней до показателей, предусмотренных государственным стандартом: образующееся при этом небольшое количество солёной воды добавляется к пластовой и сбрасывается в установку для подготовки нефти. При этом снижается общая минерализация пластовых вод, изменяются их физические свойства и химический состав, а возврат очищенных сбросовых вод в пласт способствует повышению темпов нефтедобычи и



сохранению экологии Каспийского региона.

Известно, что выходящая из пласта вода эмульгирована и в призабойной зоне скважины содержит 10–20 мг/л примесей. После её отделения от нефти количество мелкодисперсных примесей увеличивается до 0,2 г/л (в нефти – 4–5 г/л), что обусловлено уменьшением межфазового поверхностного натяжения системы *нефть – вода* в результате добавления деэмульгатора для отделения этих компонентов. Кроме того, в водоотстойниках образуется слой, содержащий очень мелкие капельки воды, “бро-

нированные” прочной плёнкой, агломераты твёрдых тел, механические примеси, асфальтосмолистые вещества, нерастворимые парафины, соли микрокристаллов (натуральные эмульгаторы) и др. Некоторые составляющие этого слоя смешиваются с водой и увеличивают её загрязнённость.

Наличие капель нефти и механических примесей в сбросовых водах снижает проницаемость продуктивного пласта, поэтому перед их использованием они должны быть очищены в соответствии с его геологическими характеристиками (табл. 1).

Таблица 1

**Содержание загрязняющих веществ и кислорода в сбросовых водах предприятий ГК “Туркменнебит”, мг/л**

| Место взятия образца  | Остаточная нефть | Механическая примесь | Кислород |
|---|------------------|----------------------|----------|
| <b>«Готурдепенебит»</b>   |                  |                      |          |
| Насос цеха искусственного поддержания пластового давления                   | 137,4            | 164                  | 0,542    |
| Хранилище цеха искусственного поддержания пластового давления               | 53,5             | 82,7                 | 0,461    |
| <b>«Небитдагнебит»</b>  |                  |                      |          |
| Амбар цеха искусственного поддержания пластового давления                   | 2,4              | 51,8                 | 1,107    |
| Наземный открытый амбар цеха искусственного поддержания пластового давления | 87,9             | 7,4                  | 1,96     |

Чем чище вода, используемая для искусственного поддержания пластового давления, тем выше пригодность скважин и ниже затраты на их эксплуатацию. По результатам лабораторных исследо-

ваний и изучения залежей разработаны требования к качеству воды, используемой для искусственного поддержания пластового давления в скважине (табл. 2).

Коллекторы всех нефтяных место-

Таблица 2

**Показатели качества воды, используемой для искусственного поддержания пластового давления в скважине**

| Тип пластового коллектора          | Допустимое количество, мг/л |                      |            |
|------------------------------------|-----------------------------|----------------------|------------|
|                                    | нефть                       | механическая примесь | ион железа |
| Трещиновато-поровый и трещиноватый | 25                          | 30                   | 2          |
| Слабо трещиноватый                 | 15                          | 10                   | 1          |
| Поровый                            | 1                           | 2                    | 0,5        |

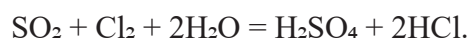


рождений Государственного концерна «Туркменнебит» содержат мелкие твёрдые частицы, чем и обусловлена необходимость высокой степени очистки воды, подаваемой в продуктивные пласты, на этих месторождениях. Содержание нефти, механической примеси и иона железа в подаваемой в пласт воде должно быть не выше 1 мг/л, 2 и 0,5 мг/л – соответственно [3].

Отобранная из нефти вода содержит растворённые органические вещества, очень мелкие капли нефти, дисперсные твёрдые частицы и другие механические примеси, которые, соединяясь с окисляющими газами, образуют нерастворимые в воде твёрдые вещества. Удалить их можно только с помощью дорогостоящего оборудования сложной конструкции. Экономически выгодным решением проблемы подготовки сбросовых вод, содержащих капли нефти, является соединение присутствующих в ней органических и неорганических смесей с химическими реагентами и последующим их окислением. Для этого в загрязнённую воду добавляют 93 %-ную серную кислоту, сжигая тем самым содержащиеся в ней соединения, и окисляющий газообразный хлор. При такой схеме подготовки пластовых вод не нарушается технологический цикл нефтедобычи. Однако, поскольку пластовые воды нефтяных месторождений содержат большое количество нафтеновых кислот, требуется большой расход серной кислоты, а повышенное содержание в них сероводорода в растворённом виде обуславливает увеличение потребления хлора. Чтобы компенсировать расходы по очистке загрязнённых сбросовых вод, была разработана новая технология получения йода (известно, что его содержание в извлекаемых вместе с нефтью загрязнённых пластовых водах месторождений ГК «Туркменнебит» составляет 30–32 мг/л) [2]. Она предусматривает следующее: в йодированную воду добавляют 93 %-ную серную кислоту и газообразный хлор (при этом значение pH достигает 2,5–3,0 и окислительно-возвратный потенциал составляет  $eH=580-600$  мВ). В таких условиях ион йода высвобождается и может быть удалён из воды воздушной десорбцией. На добычу 1 т йода из незагрязнённой воды расходуется 7–10 т 93 %-ной серной кислоты и 1,0–1,2 т газообразного хлора, тогда как при

той же технологии его получения из извлекаемых вместе с нефтью загрязнённых вод требуется подача 15–25 и 2,0–2,5 т – соответственно. Естественно, это увеличивает себестоимость получения 1 т йода. В связи с этим была предложена следующая технология.

Обычный кусок серы сжигали в печи и путём подмешивания в хлорированную воду сернистого ангидрида ( $SO_2$ ) – продукта реакции, получали следующее:



В результате образовалась смесь серной и соляной кислот, которой можно заместить указанную выше 93 %-ную серную кислоту [4]. Учитывая наличие большого количества серы, получаемой при добыче газа в качестве вторичного продукта, и хлора, извлекаемого при производстве каустической соды, предлагаемая технология получения йода является более перспективной.

Следует отметить, что вторичные продукты – сера и хлор, могут использоваться при производстве брома. Нет сомнений, что в нашей стране будет организовано и производство каустической соды. Из бромида кальция можно получить водный раствор плотностью 1,6–1,65 т/м<sup>3</sup>, не содержащий твёрдой фазы.

Безйодная вода, насыщенная кислотой и хлором, имеет коррозионную активность 5 мм/год. Она заливается в ёмкость с мелким не пригодным для строительства отходом карьера Гюша по добыче белого камня в Балканском велаяте. После просачивания, которое длится 10 мин, pH безйодной воды достигает значения 6,8. Затем в неё добавляют известковую воду для повышения её щёлочности до 10,0 и подают во вторую установку для очистки. В течение 30 мин она очищается от осадка и перекачивается насосом высокого давления в скважину для поддержания пластового давления.

Предлагаемый способ очистки загрязнённых пластовых вод оптимален и с экономической, и с экологической точки зрения.

Дата поступления  
9 марта 2022 г.



## ЛИТЕРАТУРА

1. *Бабаев А.Г.* Жизнь в науке о пустынях. Ашхабад, 2014.
2. *Гелдыев Х.А., Непесов Р.Н.* Способ разработки нефтяной залежи заводнением // Патент Туркменистана № 850. Ашхабад, 2020.
3. *Гелдыев Х.А., Непесов Р.Н., Гадамов Д.Г., Шириев О.Дж.* Способ разработки нефтяной залежи заводнением // Патент Туркменистана № 876. Ашхабад, 2021.
4. *Гелдыев Х.А., Непесов Р.Н., Гадамов Д.Г., Шириев О.Дж.* Способ разработки нефтяной залежи заводнением // Патент Туркменистана № 886. Ашхабад, 2022.

H. GELDIYEW, R. NEPELOW

### HAPA GATLAK SUWLARYNY ARASSALAMAGYŇ GALYNDYSYZ TEHNOLOGIÝASY

Hapa gatlak suwlaryny nebiti ýerastyndan çykarmakda ulanmaklyk bilen baglanyşykly çykdaýjylaryň öwezini doldurmaklyga mümkinçilik berýän we onuň netijeliligini ýokarlandyryan hapa gatlak suwlaryny arassalamaklygyň ekologiki howpsuz usuly teklip edilýär.

H. GELDYEEV, R. NEPELOW

### ZEROWASTE TECHNOLOGY FOR THE TREATMENT OF CONTAMINATED STRATA WATER

Proposes an ecologically safe method for the treatment of contaminated strata water that will compensate the costs, associated in oil production and improve its efficiency.



## ВЛИЯНИЕ ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ НА РАБОТУ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ В КАРАКУМАХ

*Приводятся результаты исследований влияния ветровой нагрузки на динамические характеристики систем слежения солнечной энергетической станции (СЭС) с двухкоординатными электромеханическими исполнительными механизмами.*

*Показано, что при использовании шагового двигателя марки ШД-5Д с номинальным приведённым моментом 0,4 Н·м в установке СЭС-0,5 при воздействии ветра, скорость которого составляет 20 м/с, в системе перемещения по азимуту он превышает максимальный показатель для ШД в 1,2 раза, а 25 м/с – в 1,9.*

*Составлены уравнения регрессии и определён коэффициент корреляции. Установлено, что влияние ветровой нагрузки на динамические характеристики электромеханических систем по углу места и азимуту составляет 86,04 %, а приводного вала двигателя в момент инерции рамы с солнечным модулем и других неучтённых факторов – 13,96 %.*

Рост потребности в энергоресурсах, увеличение их стоимости и усиливающееся антропогенное воздействие на экосистемы требуют интенсификации использования более чистых видов энергии, в частности, солнечной. В Туркменистане ресурсы этой энергии практически неисчерпаемы. Перспективной зоной её использования является пустыня Каракумы, которая занимает 80 % площади страны. Освоение её территории в аспекте решения проблемы опустынивания невозможно без энерго- и водообеспечения. Однако прокладка 1 км линии электропередачи в Каракумах, где плотность населения очень маленькая, обходится государству в 16–25 тыс. долл. США и потому экономически невыгодна [1,3,4,6].

В связи с этим необходим поиск новых путей решения этой проблемы. Одним из них является использование солнечных электростанций (СЭС) с высокоэффективными солнечными модулями (СМ) на базе систем непрерывного автоматического слежения за Солнцем [2,5,6].

Опыт зарубежных стран в этой области, в частности, США, свидетельствует об эф-

фективности этих систем. Так, стоимость вырабатываемой электроэнергии СЭС мощностью 1 МВт при двухкоординатной системе слежения составляет 0,06–0,23 долл. США/1 кВт·ч [2,5,6].

При составлении проектно-сметной документации для эксплуатации СЭС необходимо решить задачу максимальной выработки электроэнергии фотомодулей на базе использования автоматизированной системы управления (АСУ) технологическими процессами. Для этого необходима разработка АСУ слежения СМ за Солнцем и экстремального регулятора заряда/разряда аккумуляторной батареи.

Цель настоящего исследования – определить пути повышения энергетической эффективности автоматизированных солнечных электрических станций (АСЭС), влияние ветровой нагрузки на динамические характеристики электромеханических систем слежения, а также пути снижения затрат электроэнергии на их работу.

Задачей использования АСЭС является создание высокоэффективного (с точки зрения энергетической составляющей)



управления процессом движения СЭС за Солнцем. При этом должны учитываться особенности объекта управления и воздействие внешних факторов. Цель – обеспечение максимальной энергетической эффективности при минимизации затрат энергии на процесс слежения и возможность передачи управления системой АСЭС оператору в аварийном и пусконаладочном режимах.

Чтобы повысить эффективность использования солнечной фотоэлектрической станции в Каракумах, исследовались природно-климатические характеристики, распределение ветрового потока в данном регионе и влияние ветровой нагрузки на динамические характеристики электромеханических систем слежения.

**Ветровой режим.** Известно, что в Центральных и Восточных Каракумах преобладают северные ветры (25–35 %), в восточной части предгорий Копетдага – северо-западные (20–30 %), по западу предгорий – восточные (35–50 %) [3,4,6].

Годовой ход скорости ветра на территории Туркменистана зависит от рельефа местности. Например, на равнинах этот показатель составляет 3,2–4,2 м/с, в оазисах – не более 3,1 [3,4].

Весной и летом, когда поверхность почвы прогревается, турбулентный обмен между приземными и верхними слоями воздуха усиливается, что и обуславливает увеличение среднегодовой скорости ветра. Однако чаще всего этот показатель год от года изменяется на 0,5–1,0 (летом) и 1–2 (зимой) м/с. При этом систематическая ошибка в расчётах повторяемости направления ветра составляет 0,2–0,8 % [3,4].

Важной составляющей ветроэнергетического кадастра является временная характеристика скорости ветра. Так, на севере Туркменистана она колеблется в пределах 3,8–4,8 м/с (рис. 1).

**Расчёт момента инерции механизмов перемещения и влияния ветровой нагрузки на СЭС.** Для исследования динамических характеристик электромеханической системы слежения необходимо знать величину приведённого к валу двигателя момента инерции рамы с СМ. В разработанной конструкции СЭС момент инерции механизма перемещения изменяется в зависимости от смены угла места нахождения рамы, изменение которого, в свою очередь, приводит к изменению момента инерции по азимуту. Поэтому необходим расчёт момента инерции механизма для СЭС-0,5 и СЭС-1 с двумя и четырьмя СМ типа КСМ-160. Момент инерции механизма по углу места определяется формулой [2,5,6]

$$J_1 = 1/12 \cdot m(h^2 + d^2), \quad (1)$$

где  $m$  – масса рамы с СМ (53 кг);  $h$  – её высота (1,61 м);  $d$  – ширина (1,6 м).

Расчёт момента инерции для двух СМ производится по формуле

$$J_1 = 22,71 \text{ кг} \cdot \text{м}^2. \quad (2)$$

Технические характеристики с четырьмя СМ для СЭС-1 таковы: масса – 102 кг, ширина – 3,2 м, высота – 1,607 м. При этом момент инерции нагрузки равен

$$J_2 = 108,9 \text{ кг} \cdot \text{м}^2. \quad (3)$$

Момент инерции двигателя уменьшается на величину в квадратной зависимости от передаточного числа редуктора  $i$  ( $i = 900$

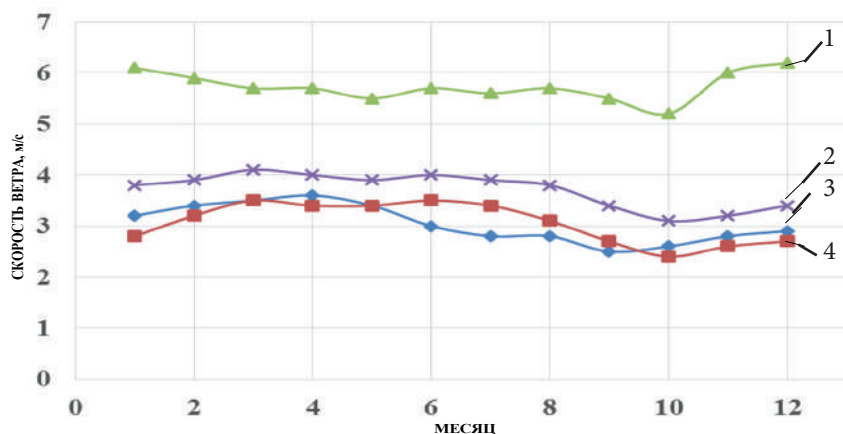


Рис. 1. Средняя скорость ветра на севере Туркменистана:  
1 – Карбогазгол; 2 – Чагыл; 3 – Дашогуз; 4 – Екедже

в СФС-0,5 и СФС-1 в зависимости от угла места) и составляет для обеих СФС, соответственно,

$$J_3 = J_1/i^2 = 28 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^2, \quad (4)$$

$$J_4 = J_2/i^2 = 134 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^2, \quad (5)$$

где  $i$  – передаточное число редуктора.

В экспериментах использовали шаговый двигатель марки ШД-5Д ( $J_{\text{ог}} = 4 \cdot 10^{-6}$ ). Установлено, что приведённый к его валу момент инерции механизма СЭС-1 в 7–33 раза выше, чем в СЭС-0,5.

Конструкция СЭС устроена так, что оба её основания приводятся в движение электромеханической системой азимутального вращения, а две стойки и рама с закреплёнными на ней двумя и четырьмя солнечными модулями – электромеханической системой слежения под разными углами (рис. 2). Момент инерции для азимутального исполнительного механизма слежения рассчитывается при горизонтальном и вертикальном положениях рамы под углом 0 и 90° (рис. 3).

В случае, когда рама с СМ расположена под углом 0°, момент инерции можно рассчитать по формуле [3]

$$J_1 = 1/12 \cdot m d^2, \quad (6)$$

где  $d$  – ширина пластины;  $m$  – масса.

Когда рама с СМ расположена под углом 90°, момент инерции рассчитывается по формуле (1), как для твёрдого кубоида шириной  $d$ , высотой  $h$ , глубиной  $w$  и массой  $m$ . Подставив формулу (6) в (1) получим, что при изменении угла от 0 до 90° момент инерции увеличивается в 2 раза ( $J_3/J_4$ ), когда рама представляет собой квадрат (для СЭС-0,5), а под углом 70° – в 1,93 раза. Динамические характеристики электромеханических систем слежения (таблица) рассчитываются по следующей формуле [2,5,7]:

$$M_g = 1/4 S L K W, \quad (7)$$

где  $S$  – площадь СМ, м<sup>2</sup>;  $L$  – высота рамы, м;  $K$  – коэффициент местности, равный для Туркменистана 0,4;  $W = 0,61 V^2$ ;  $V$  – скорость ветра, м/с.

Расчёты проведены для СЭС-0,5, которая должна использоваться на территории Северных Каракумов (азимут –  $i = 250^\circ$ , угол –  $i = 90^\circ$ , высота установки – 2 м, площадь солнечных модулей – 2,5 м<sup>2</sup>). При использовании в ней двигателя ШД-5Д с максимальным моментом инерции 0,4 Н·м

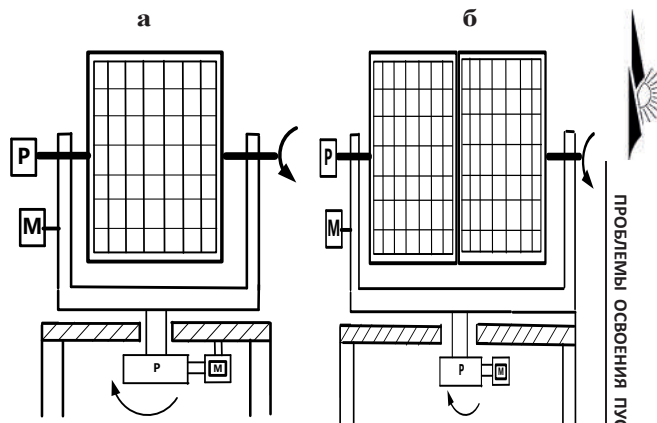


Рис. 2. Механическая конструкция СЭС-0,5 (а) и СЭС-1 (б)

( $f = 2000$  Гц,  $j_n = 8 \cdot 10^{-6}$ ), когда скорость ветра составляет 20 м/с, он увеличивается в 1,2 раза (рис. 4).

В практике научно-исследовательских работ линейное математическое выражение корреляционной зависимости называют уравнением регрессии

$$y = a \pm bx,$$

где  $a$ ,  $b$  – его параметры в данный момент ветровой нагрузки;  $x$  – величина изменения скорости ветра, м/с. Уравнения регрессии влияния ветровой нагрузки на вал двигателя в зависимости от скорости ветра для СЭС-0,5 и СЭС-1 имеют, соответственно, следующий вид:

$$y = 9,2393x - 42,367; R^2 = 0,9332, \quad (8)$$

$$y = 18,48x - 85,464; R^2 = 0,931, \quad (9)$$

где  $R^2$  – коэффициент корреляции. Установлено, что при коэффициенте детерминации  $d = R^2 \cdot 100$  % влияние ветровой нагрузки на динамическую характеристику электромеханических систем составляет 86,7 %, а других неучтённых факторов – 13,3 %.

В СЭС-0,5 с двигателем ШД-5Д и мак-

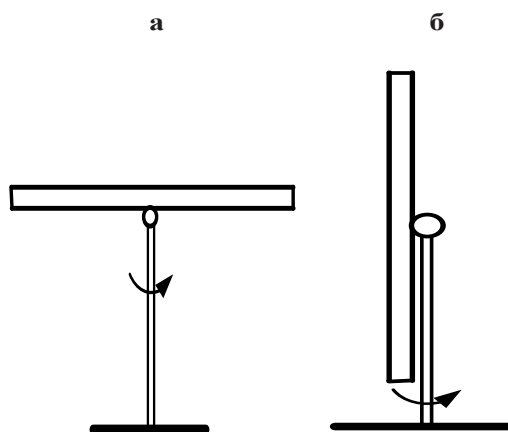


Рис. 3. Схема расположения конструкции рамы с СМ под углом 0° (а) и 90° (б)

**Влияние ветровой нагрузки на привод вала шагового двигателя марки СЭС-0,5 и СЭС-1, Н·м**

| Скорость ветра, м/с                               | 1                 | 5              | 10            | 15            | 20           | 25          | 30          |
|---|-------------------|----------------|---------------|---------------|--------------|-------------|-------------|
| <b>СЭС-0,5</b>                                    |                   |                |               |               |              |             |             |
| Момент ветровой нагрузки на привод вала двигателя | 0,3               | 7,5            | 30            | 67,5          | 120          | 187,5       | 270         |
| угол азимут                                       | 0,00033<br>0,0012 | 0,0083<br>0,03 | 0,033<br>0,12 | 0,074<br>0,27 | 0,13<br>0,48 | 0,2<br>0,75 | 0,3<br>1,08 |
| <b>СЭС-1</b>                                      |                   |                |               |               |              |             |             |
| Момент ветровой нагрузки на привод вала двигателя | 0,6               | 15             | 60            | 130           | 240          | 375         | 540         |
| угол азимут                                       | 0,00066<br>0,0024 | 0,0166<br>0,06 | 0,066<br>0,24 | 0,148<br>0,54 | 0,26<br>0,96 | 0,4<br>1,5  | 0,6<br>2,16 |

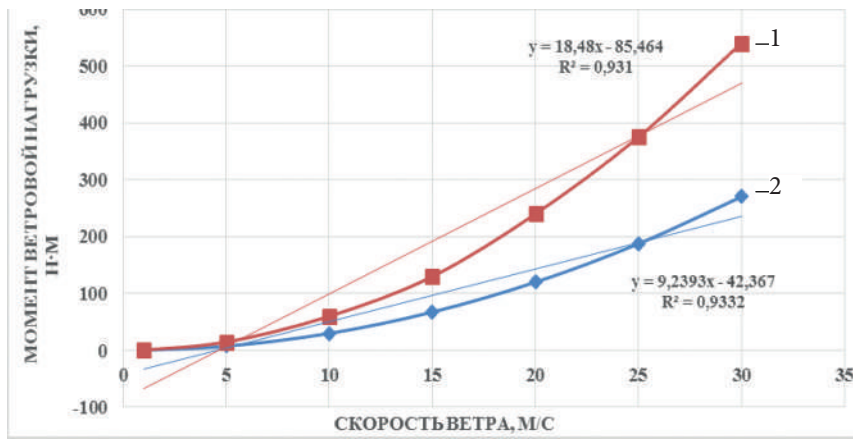


Рис. 4. Влияние ветровой нагрузки на вал двигателя в зависимости от скорости ветра: СЭС-1 (1) и СЭС-0,5 (2)

симальным моментом инерции 0,4 Н·м ( $f = 2000$  Гц,  $j_n = 8 \cdot 10^{-6}$ ), при скорости ветра 25 м/с перемещение по азимуту превысит его максимальную величину для ШД в 1,9 раза (рис. 5). В СЭС-1 при скорости ветра 15 и 20 м/с эти показатели, соответственно, составляют 1,8 и 2,4 [5,7].

Уравнения регрессии влияния ветровой нагрузки на вал двигателя в зависимо-

сти от скорости ветра для СЭС-1 и СЭС-0,5 имеют следующий вид:

по углу –

$$y = 0,0202x - 0,0935; R^2 = 0,9276, \quad (10)$$

$$y = 0,0101x - 0,0468; R^2 = 0,9276; \quad (11)$$

по азимуту –

$$y = 0,0739x - 0,3389; R^2 = 0,9332, \quad (12)$$

$$y = 0,037x - 0,1695; R^2 = 0,9332. \quad (13)$$

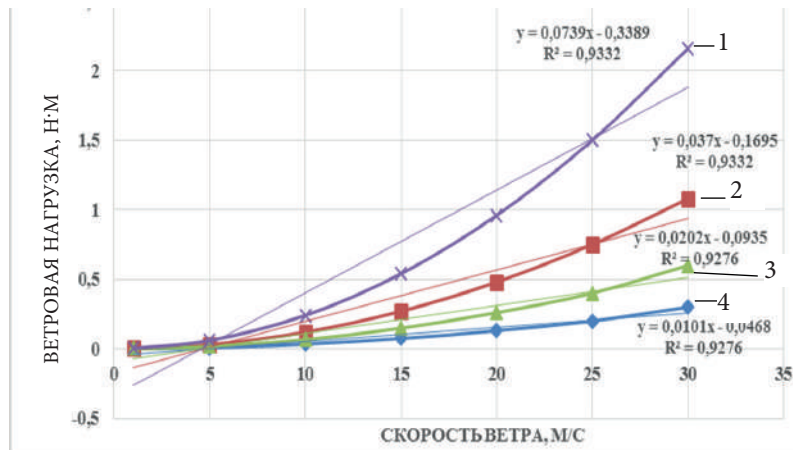


Рис. 5. Влияние ветровой нагрузки на вал двигателя СЭС-1, СЭС-0,5 в зависимости от угла места (1, 3), азимута (2, 4) и скорости ветра





Установлено, что при коэффициенте детерминации влияние ветровой нагрузки на динамическую характеристику электромеханических систем по углу места составляет 86,04 %, а других неучтённых факторов – 13,96 %.

Исходя из уравнений (12) и (13) установлено, что влияние ветровой нагрузки на динамическую характеристику электромеханических систем по азимуту составляет 87,08 %, а других неучтённых факторов – 12,92 %. При расположении рамы с СМ под углом 90° приведённый момент инерции азимутально-го механизма слежения изменяется в 2 раза.

При использовании двигателя ШД-5Д с номинальным приведённым моментом инерции 0,4 Н·м в СЭС-0,5 дополнительная

нагрузка на исполнительный механизм при скорости ветра 20 м/с у ШД перемещение по азимуту выше максимального показателя в 1,2 раза, а при 25 м/с – в 1,9.

Таким образом, составлены уравнения регрессии, определены коэффициенты корреляции и детерминации, характеризующие зависимость рассматриваемых показателей от скорости ветра. Установлено, что влияние ветровой нагрузки на динамическую характеристику электромеханических систем по углу места и азимуту составляет 86,04 %, а приводного вала двигателя на приведённый момент инерции рамы с СМ и других неучтённых факторов – 13,96 %.

Дата поступления

5 ноября 2020 г.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бердымухамедов Г.М. Государственное регулирование социально-экономического развития Туркменистана. Т.1. Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2010.
2. Аржанов К.В. Двухкоординатная система наведения солнечных батарей на Солнце // Изв. Томского политех. ун-та. 2014. Т. 324. № 4.
3. Бабаев А.Г. Проблемы пустынь и опустынивания. Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2012.
4. Пенджиев А.М. Экологические пробле-

мы освоения пустынь // «LAPLAMBERT Academic Publishing» (Германия), 2014.

5. Сорокин Г.А. Электроприводы энергетических гелиоустановок без концентрации излучения: Автореф. дис... канд. техн. наук. М., 2005.

6. Стребков Д.С., Пенджиев А.М., Мамедсахатов Б.Д. Развитие солнечной энергетики в Туркменистане. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2012.

7. Электродвигатель шаговый ШД-5Д1МУЗ. Технические условия: ТУ16-515.166.79.

A.M. PENJIYEV, S.G. NAZAROV

### GARAGUMDAKY GÜN ELEKTRİK STANSİYASYNYŇ IŞLEÝŞINE ÝELDEN DÜŞÝÄN GÜYJÜŇ TÄSIRI

Iki koordinatly elektromehaniki herekete getirijileri bolan gün elektrik stansiýasynyň (GES) Güni yzarlaýuş ulgamlarynyň dinamiki häsiýetlerine ýelden düşýän güýjüň täsirini öwrenmegiň netijeleri görkezilýär.

Ýeliň täsiri astynda herekete getirijä düşýän güýç, GES-0,5 desgada nominal aýlanýan pursady 0,4 N.m bolan ŞD-5D kysymly hereketlendiriji ulanylanda, azimut boýunça hereket edýän ulgamda ýelden düşýän güýjüň täsiriniň astyndaky pursadyň görkezilen hereketlendirijidäki iň ýokary pursatdan ýeliň tizligi 20 m/s bolanda 1,2 esse, onuň 25 m/s ähmiýetinde bolsa 1,9 esse - ýokary bolýandygyny görkezýär.

Regressiýa deňlemeleri düzülde we korrelyasiýa koeffisiýenti kesgitlenildi. Soňky koeffisiýent ýelden düşýän güýjüň täsiri elektromehaniki ulgamlaryň dinamiki häsiýetlerine burç we azimut boýunça edýän täsiriniň 86,04 % barabar, galan 13,96 % bolsa hereketlendirijiniň walynyň gün moduly bilen çarçuwanyň inersiýasy pursatyndaky täsirine we beýleki hasaba alynmadyk ýagdaýlara degişli diýen netijä gelmäge mümkinçilik berdi.

A.M. PENDJIYEV, S.G. NAZAROV

### WIND LOAD ON SOLAR POWER PLANT IN KARAKUM

The research results into the effect of wind load on the dynamic characteristics of Sun tracking systems of the solar power plant (SPP) with two coordinate electromechanical actuators are presented. The loads on the actuator under the wind effect showed that when using a stepper motor of the ShD-5D brand with a nominal torque 0,4 N·min the SPP-0,5 unit, the torque from the wind load effect in a system of movement by azimuth exceeds the maximum Sh Dtorque by 1,2 times at a wind speed of 20 m/s, and by 1,9 times at 25 m/s. The regression equations are compiled and the correlation coefficient is determined. The coefficient of determination confirmed that the wind load effect on the dynamic characteristics of electromechanical systems angle-wise and in azimuth is 86,04 %, and the remaining 13,96 % is the effect of the motor drive shaft at the SM frame inertia moment and other unaccounted factors.

**Ч.М. МУРАДОВ, Н.В. ПЕТРОВА, Г.Л. ГОЛИНСКИЙ,  
А.Р. РАХИМОВ, Л.В. БЕЗМЕНОВА, Л.А. КАРЦЕВА,  
Э.М. ЭСЕНОВ**

Институт сейсмологии и физики атмосферы  
Академии наук Туркменистана  
Центральная геофизическая обсерватория  
Института физики Земли РАН (Россия)  
НИИ сейсмостойкого строительства  
Министерства строительства и архитектуры Туркменистана

## **ДЕТАЛЬНОЕ СЕЙСМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ БАЛКАНСКОГО ВЕЛЯЯТА ТУРКМЕНИСТАНА**

*Приводятся данные исследований распределения сейсмического воздействия по территории в зависимости от её геологического строения, тектонической активности, гидрогеологической обстановки и инженерно-геологических условий.*

*Показано, что результаты количественной и качественной оценки особенностей этого воздействия могут служить основой для составления карт сейсмического районирования.*

*Описана методика и результаты детального сейсмического районирования территории Балканского веляята Туркменистана.*

Из многочисленных катастрофических природных явлений наиболее тяжёлыми последствиями характеризуются землетрясения, ибо каждое сильное сейсмическое событие разрушает города, унося жизни тысяч людей, наносит существенный урон экологии, экономике и др. Доказано, что ущерб от землетрясений выше, чем от всех остальных катастроф вместе взятых. В частности, Ашхабадское землетрясение 1948 г. магнитудой 7,3 унесло жизни почти 80 % жителей города и его окрестностей, и ЮНЕСКО назвало это трагическое событие одной из самых разрушительных катастроф XX в. [9].

Являясь одним из самых сейсмически активных регионов Альпийско-Гималайского складчатого пояса Земли, Туркменистан характеризуется как территория, где возможны сильные землетрясения. Сейсмическая опасность определяется тектонофизической обстановкой и связана с крупными геолого-тектоническими структурами альпийской складчатой зоны Туркмено-Хорасанских гор, системой Эльбурса и сопредельных платформенных структур Туранской плиты.

Исторические хроники, рукописи, сообщения в СМИ свидетельствуют о сильных землетрясениях, происходивших на этих

территориях и в древнейшие времена [6,10]. Это подтверждают результаты макросейсмических обследований и инструментальных наблюдений [11]. Установление предела ожидаемого сейсмического эффекта и природных факторов, определяющих интенсивность сотрясений в условиях техногенеза, является одним из важнейших направлений исследований в области инженерной сейсмологии и сейсмостойкого строительства.

Целью наших исследований, которые проводились в рамках совместного проекта Программы развития ООН (ПРООН) и Института сейсмологии и физики атмосферы АН Туркменистана, является оценка сейсмической опасности и районирование территории по данному признаку. В процессе исследований решались следующие задачи:

- сбор и систематизация материалов о влиянии местных природных условий и техногенных факторов на интенсивность сейсмического воздействия;

- анализ результатов исследований по разработке карт общего сейсмического районирования территории Туркменистана, детального сейсморайонирования Ашхабадского и Балканского регионов и сейсмического микрорайонирования тер-



ритории г. Ашхабада и его окрестностей;  
– использование данных сейсмического районирования в качестве основы для оценки сейсмического риска.

Первые сведения о высокой сейсмичности территории Туркмено-Иранского сегмента земной коры относятся к IX в. [8]. И в настоящее время горные системы Туркменистана Копетдаг, Большой и Малый Балханы, Кубадаг, Койтендаг и др. характеризуются высокой тектонической подвижностью, поэтому эти регионы относятся к числу наиболее сейсмоактивных в мире.

Необходимость прогноза сейсмического воздействия на потенциально сейсмически опасных территориях и разработки мер их защиты от подземной стихии продиктована и интенсификацией развития производительных сил, сельского, индустриального и городского строительства, освоением новых земель, формирующих основы жизнедеятельности общества.

Сейсмическая опасность проявляется в виде прогнозируемой, но не контролируемой угрозы возникновения землетрясений с заданными параметрами на конкретной площади и в определённый промежуток времени. Основными её показателями являются интенсивность и сейсмический риск. Последний оценивается для объектов, подверженных опасности с определёнными во времени и пространстве последствиями.

Прогноз людских и экономических потерь при землетрясении возможен на базе данных исследований по районированию сейсмической опасности. Результаты исследований по оценке сейсмического риска необходимы для разработки системных мер и программ устойчивого развития страны, оптимизации антисейсмических мероприятий, снижения и предотвращения потенциально-го ущерба от стихии.

Практика сейсмометрических наблюдений показывает, что каждый миг, прожитый без землетрясения, неотвратно приближает следующее. Объективная оценка сейсмической опасности районов Туркменистана возможна посредством проведения исследований по двум основным взаимосвязанным направлениям:

- изучение долговременной сейсмической опасности и составление карт районирования различной детальности;
- контроль сейсмической обстановки в

сейсмогенных зонах возможного возникновения сильных землетрясений и оценка места, силы и момента события.

Результаты этих исследований учитываются при разработке мер по обеспечению сейсмостойкости сооружений, защите населения и сохранности промышленного потенциала в чрезвычайных ситуациях, а также планировании и строительстве важных народнохозяйственных объектов. Они должны стать основой при проведении работ по общему сейсмическому районированию (ОСР) страны, детальному сейсмическому районированию (ДСР) крупных регионов и агропромышленных центров и сейсмическому микрорайонированию (СМР) городских территорий. К ним, в первую очередь, относятся Ахалский и Балканский велаяты, район Койтендагской промышленной зоны.

Известный принцип «от очагов землетрясений к сотрясениям на поверхности» лежит в основе метода оценки сейсмичности. Поэтому главное внимание уделяется решению следующих вопросов: где, какой силы и когда могут происходить сильные землетрясения и каковы могут быть их последствия.

Исследование особенностей проявления сейсмического эффекта землетрясения на поверхности Земли свидетельствует о неравномерности его распределения. Поэтому, чтобы дать прогноз сейсмической опасности, то есть определить максимально возможную сотрясаемость в пределах конкретных территорий, необходим учёт всех природно-техногенных факторов и данных комплекса специальных работ. В практике инженерной сейсмологии результаты таких исследований являются основой для составления карт районирования сейсмической опасности территорий.

В зависимости от размера территории, целей и задач исследований существует три вида районирования сейсмоопасности (*таблица*).

История создания карты районирования сейсмической опасности Копетдагской зоны начинается с построения схемы изосейст Кучанских (Иран) землетрясений 1891–1899 гг., составленных по макросейсмическим данным [12]. В них отражены самые общие признаки сейсмической опасности без указания балльности и выделения сейсмических зон. В 1933, 1936, 1945, 1954 гг. были составлены первые карты сейсмиче-

## Методика производства ОСР, ДСР и СМР для условий Туркменистана

| ОСР  | ДСР  | СМР  |
|--|--|--|
| <b>Масштаб карты</b>   |  |  |
| 1:1000 000   | 1:200 000  | 1:5000   |
| 1:2500 000   | 1:500 000  | 1:10000  |
| 1:10 000 000   | 1:1000 000   | 1:25000  |
| <b>Цель исследований – разработка карт оценки и районирования сейсмической опасности</b>                                       |  |  |
| <b>Объект изучения</b>   |  |  |
| Территория страны, крупного геотектонического и геоморфологического комплекса  | Территория регионов, промышленных районов, особо важных объектов, велаятов                                   | Территория городов, АПК, строительных площадок перспективной застройки, важных сооружений  |
| <b>Основные задачи</b>   |  |  |
| Изучение сейсмического режима, геолого-тектонических и геоморфологических условий, макросейсмических последствий землетрясений | Изучение очаговых и сейсмогенных зон, характеристик сейсмических колебаний, макросейсмического эффекта       | Изучение сейсмогенных зон, микро-геотектонических условий, сейсмических свойств грунтов, оценка приращений и расчётной сейсмичности (балльности) |
| <b>Методы исследований</b>   |  |  |
| Сеймотектонические, геолого-геофизический мониторинг, геодезические, геоморфологические и макросейсмические                    | Сейсмологические сеймотектонические, геотехнические, геолого-геофизические, геодезические, макросейсмические | Инженерно-геологические, гидрогеоморфологические, инженерно-геофизические, макросейсмические, локальная сеймотектоника, техногенный прессинг     |

ского районирования Средней Азии, на которых выделены зоны различной балльности, в том числе по территории сейсмоактивных областей Туркменистана [6,11–13].

Результаты исследования особенностей проявления сейсмического эффекта от землетрясения свидетельствуют о неравномерности его распределения на поверхности. Прогноз сейсмической опасности заключается в определении максимально возможного сотрясения в пределах конкретной территории с учётом разнообразия природно-техногенных факторов (явлений) и осуществляется на базе данных комплекса работ [1]. В практике инженерной сейсмологии результаты подобных исследований составляют основу для разработки карт районирования сейсмической опасности территорий различного масштаба.

До конца XX в. на постсоветском пространстве основным нормативным документом в сейсмостойком строительстве являлась Карта сейсмического районирования территории СССР (СР-78) [2]. Необходимость её обновления была продиктована получением новых фактических данных о землетрясениях и теоретических положений региональной и инженерной

сейсмологии, а также появлением более совершенных методов исследований.

В 1999 г. Институтом сейсмологии Национального комитета при Кабинете Министров Туркменистана была разработана новая карта сейсмического районирования страны масштабом 1:2 500 000, утверждённая в 2000 г. в качестве нормативного документа [3]. Её данные были учтены при составлении СНТ 02.01.08-99\* «Строительство в сейсмических районах Туркменистана».

Основной задачей детального сейсмического районирования в отличие от общего для территории Туркменистана являются уточнение и прогноз количественного изменения параметров сейсмических колебаний, основанные на учёте выявленных сейсмогенных зон и влияния комплекса геолого-геофизических факторов на сейсмичность [7].

Результаты ДСР, представляемые в виде карт М 1:200 000 – 1:1 000 000, являются базовыми при разработке планов перспективного развития региона, выборе оптимальных территорий под строительство городов и особо важных объектов. При этом обязательен учёт прогноза сейсмической нагрузки (силы), которой могут подвергнуться сооружения в конкретном месте.



В 1953 г. Д.И. Мушкетовым разработана сеймотектоническая основа и составлен первый вариант карты ДСР Юго-Западного Туркменистана, а карта Западного Туркменистана (М 1:200 000) была составлена сотрудниками Геофизического института АН СССР [11,14,16]. Несмотря на некоторые недостатки этих карт, они послужили основой для создания нового направления в инженерной сейсмологии – детального сейсмического районирования.

По результатам сейсмологических, макросейсмических, тектонических и геолого-геофизических исследований в 2002 г. Институтом сейсмологии АН Туркменистана была составлена карта ДСР Балканского вейлята. На ней отражены 3 новых элемента (рис. 1):

- очаговые (сейсмогенные) зоны разрушительных землетрясений;
- вероятность таких толчков для различных отрезков времени;
- прогноз инструментальных характеристик колебаний.

В качестве основы для составления карты ДСР-2002 приняты данные сотрясений с  $I \geq 9$ , а также 9, 8, 7 и 6 баллов при фиксированном периоде повторяемости сотрясений  $T=1000$  лет. На ней обозначены:

- зоны интенсивности проявления землетрясений на поверхности с шагом в 0,5 балла:  $I=9(\pm 0,5)$ ;  $8(\pm 0,5)$ ;  $7(\pm 0,5)$ ;  $6(\pm 0,5)$ ;
- оценка средней повторяемости сотрясений с интенсивностью 6, 7, 8, 9 баллов в виде индексов, обозначающих категорию повторяемости 2 и 3;
- границы вейлята и его основные населённые пункты.

Известно, что локальные нарушения земной поверхности связаны с очагами, расположенными на малых глубинах, что характерно для Кумдагской сейсмоактивной зоны. В связи с этим наиболее опасными и неблагоприятными для строительства являются зоны сейсмических разрывов. При Кумдагском землетрясении 1983 г. ( $h=7-8$  км;  $M=5,6$ ) на дневной поверхности образовался сейсмический разрыв длиной около 25 км с эффектом разрушения до 8 баллов, а при Бурунском толчке 1984 г. ( $h=10-12$  км;  $I_0=8$  б;  $M=6,0$ ) – разрыв с большой интенсивностью разрушений [5]. Оба эти события произошли в Хазар-Кюрендагской сейсмогенной зоне, для которой характерны землетрясения с  $M \leq 6,5$ ;  $h=5-10$  км;  $I=8, 9$  баллов [4,10]. Балханское землетрясение 2000 г. ( $M=7,3$ ) проявилось с интенсивностью 8–9 баллов (рис. 2).

Следует отметить, что при составлении карты ДСР Балканского вейлята были учтены ошибки, допущенные при разработке карты сейсмического районирования территории страны 1999 г. В частности, максимально учтены границы изосейст проявлений указанных выше землетрясений. Кроме того, была построена, но не представлена в отчёте карта ДСР Балканского вейлята с шагом в полбалла, так как в настоящее время в Туркменистане действуют строительные нормы, рассчитанные на оценку сейсмичности в целых баллах. Это новшество может быть использовано в качестве определения исходного балла при постановке работ сейсмического микрорайонирования, разработке заключений по оценке расчётной сейсмичности площадок



Рис. 1. Карта детального сейсмического районирования территории Балканского вейлята Туркменистана

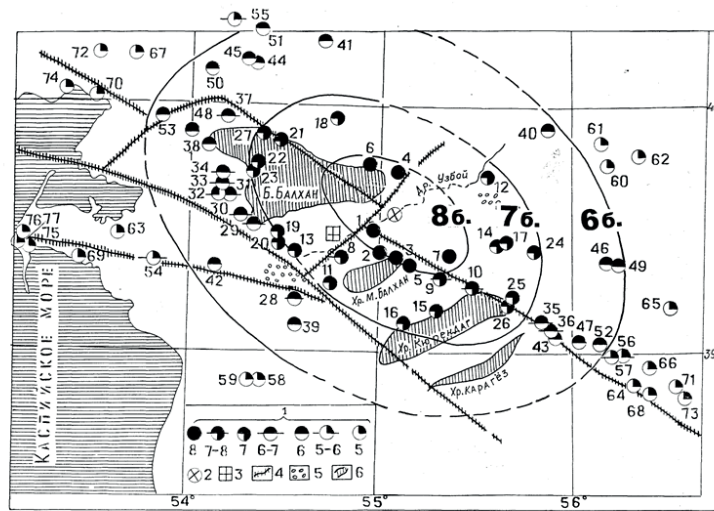


Рис. 2. Картограмма изосейст Балханского землетрясения в 17<sup>h</sup>11<sup>m</sup> с  $K=16,5$ ;  $MS=7,3$ :  
 1 – интенсивность сотрясений по шкале MSK-64; 2, 3 – соответственно инструментальный и макро-сейсмический эпицентры; 4 – изосейста; 5 – глубинный разлом; 6 – структурные элементы; 7 – контуры поднятия

проектируемого строительства, планировке территорий и т.д. Необходимость её разработки не вызывает никаких сомнений.

Использование методики В.И. Уломова [15] позволило значительно изменить конфигурацию площади зон равной балльности, установленную картой ОСР-99 для Балханского веляята. В частности, изменения коснулись 9-балльной зоны, которая увеличилась на восток с учётом проявления Балханского землетрясения 2000 г. и пополнения сейсмологических статданных. Площадь 8-балльной зоны увеличилась на севере, в районе Каракумской платформы, но уменьшилась на юге за счёт увеличения 7-балльной зоны в пределах Западно-Туркменской впадины. В связи с отнесением большого участка залива Карабогазгол к 6-балльной зоне в этой части уменьшилась площадь 7-балльной.

Наличие карты ДСР не исключает необходимости проведения сейсмического микрорайонирования для территорий круп-

ных городов и промышленных центров, расположенных в сложных геолого-тектонических условиях высокой сейсмичности.

Одним из перспективных методов для ДСР является использование космических снимков, так как на них отражены последствия сильных землетрясений, по которым можно выявить корреляционные связи параметров сейсмичности с геологическим строением соответствующих районов. Космические снимки могут помочь в решении таких инженерно-геологических задач, как оценка крутизны склонов, разделение рыхлых и плотных пород, наличие и глубина грунтовых вод, их мощность и временные изменения, обусловленные природно-климатическими особенностями и т.д.

Использование космоснимков и метода инженерно-геологических аналогий позволило разработать первый вариант карты ДСР на примере Ашхабадского агропромышленного комплекса.

### Выводы

На примере первого варианта карты ДСР-2002 Балханского веляята показана необходимость фрагментарного изменения конфигурации зон балльности карты ОСР. Уточнения вносятся после каждого сильного толчка в районе, указанном как менее сейсмически активный. При практическом использовании карты ДСР рекомендуется обращать внимание на следующее:

- в связи с трудностями оконтуривания площадей зон разной сейсмичности для объектов, попадающих на обе зоны или их границу, принимается более высокий расчётный балл (менее благоприятные сейсмические условия);
- районы овражно-балочной сети и условия крутосклонного изрезанного рельефа следует исключать из застройки;
- включение в карту ДСР сейсмогенных зон с учётом магнитуды ожидаемых землетрясений,



глубины очагов, эпицентрального расстояния и записей колебаний может служить основой для прогноза инструментальных характеристик разрушительных колебаний.

В связи с интенсивным освоением территории Ашхабадского региона рекомендуется предусмотреть комплекс исследований по ДСР с учётом техногенных факторов, увеличением территории и численности населения, развитием и перераспределением промышленно-экономического потенциала и т.д.

Дата поступления  
1 февраля 2021 г.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Антикаев Ф.Ф., Нерсесов И.Л. Методика ДСР в количественных характеристиках сейсмических колебаний // Детальное сейсмическое районирование. М.: Наука, 1980.
2. Бунэ В.И., Горшков Г.П. Сейсмическое районирование территории СССР // Методические основы и региональное описание карты 1978 года. М.: Наука, 1980.
3. Гаипов Б.Н., Гарагозов Дж., Мурадов Ч.М. и др. Карта ОСР территории Туркменистана // Мат-лы конф. «Урбанизация и землетрясения». Ашхабад, 1998.
4. Гаипов Б.Н., Петрова Н.В., Голинский Г.Л., Безменова Л.В., Рахимов А.Р. Балханское землетрясение 2000 года // Землетрясения Северной Евразии в 2000 году. М.; Обнинск, 2006.
5. Гарагозов Дж., Еришов И.А., Попова Е.В. Макросейсмическое обследование последствий Кумдагского землетрясения 1983 г. // Вопросы инженерной сейсмологии. М.: Наука, 1985.
6. Горшков Г.П. Землетрясения Туркмении. М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1947.
7. Губин И.Е. Об основных положениях сейсмо-тектонического метода // Изв. АН ТаджССР. Сер. естеств. наук. 1953. №5.
8. Каррыев Б.С. Ахмедова С.В., Голинский Г.Л. Сильные землетрясения на территории Туркменистана // Сейсмол. бюл. Туркменистана. 1994. Вып. 2.
9. Каррыев Б.С., Эсенов Э.М. Ашхабадское землетрясение – катастрофа XX века // Строительство и архитектура Туркменистана. 2018. №3.
10. Мурадов Ч. Сейсмогенерирующие зоны Туркменистана // Мат-лы конф. «Урбанизация и землетрясения». Ашхабад: Туркменистан, 1998.
11. Мушкетов Д.И. Опыт сейсмического районирования СССР: Сейсморайонирование Средней Азии // Тр. Сейсмологического ин-та АН СССР. 1933. №33.
12. Мушкетов И.В., Орлов А.П. Каталог землетрясений Российской империи // Записки ИРГО. Т.35. Прил.2, СПб., 1899.
13. Попов В.В. Роль инженерно-геологических условий в ДСР // Бюл. Совета по сейсмологии АН СССР. М.: Наука, 1960. №8.
14. Резанов И.А., Растворова В.А., Леонов Н.Н. Опыт ДСР на примере Западной Туркмении // Бюл. АН СССР. 1960. №3.
15. Уломов В.И. Районирование сейсмической опасности // Маскан. 1991. №9.
16. Эсенов Э.М. О детальном сейсмическом районировании в Туркменистане // Мат-лы Междунар. конф. «Инновационные технологии в решении актуальных проблем сейсмологии, гидрогеологии и инженерной геологии», посвящ. 110-летию акад. Г.А. Мавлянова. Ташкент: Фан, 2020.

Ç.M. MURADOW, N.W. PETROWA, G.L. GOLINSKIÝ, A.R. RAHIMOW,  
L.W. BEZMENOWA, L.A. KARSEWA, E.M. ESENOW

### TÜRKMENISTANYŇ BALKAN WELAYATYNYŇ ÇÄGINI SEÝSMIK TAÝDAN JIKME-JIK ETRAPLAŞDYRMAK

Çäk boýunça, onuň geologiýa gurluşyna, tektoniki işjeňligine, gidrogeologiýa ýagdaýyna, inženergeologiýa şertlerine baglylykda, seýsmik täsiriň ýaýraýşynyň barlaglarynyň maglumatlary getirilýär. Täsiri hil we san taýdan bahalandyrmaklygyň aýratynlyklarynyň seýsmik taýdan etraplaşdyrmagyň kartasyny düzmek üçin esas bolup biljekdigi görkezilýär.

Türkmenistanyň Balkan welayatynyň çäginde seýsmik taýdan jikme-jik etraplaşdyrmaklygyň usulyýeti we netijeleri beýan edilýär.

Ch. M. MURADOV, N.V. PETROVA, G.L. GOLINSKIY, A.R. RAHIMOV,  
L.V. BEZMENOVA, L.A. KARTSEVA, E.M. ESENOV

### DETAILED SEISMIC ZONING OF THE TERRITORIES OF BALKAN VELAYAT OF TURKMENISTAN

Data of researches cited distribution of seismic impact over the above-mentioned region as a function in the geological structure, tectonic activity, groundwater situation and engineering-geological conditions are presented. It is shown that the results of quantitative and qualitative evaluation of this impact can serve as a basis for building the seismic zoning maps.

The methodology and results of detailed seismic zoning of the territories of the Balkan velayat of Turkmenistan are described.

**К. САРЫЕВ**  
**М. ОРАЗБЕРДИЕВА**  
**А. МАТЬЯКУБОВ**

Научно-производственный центр  
 «Возобновляемые источники энергии»  
 Государственного энергетического института  
 Туркменистана

## ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ *Chlorella vulgaris* ШТАММА IFR №С-111 В ТУРКМЕНИСТАНЕ

*Приводятся результаты исследований по культивированию одноклеточных водорослей Chlorella vulgaris штамма IFR №С-111 в трубчатом фотобиореакторе. В частности, изучено влияние температуры окружающей среды и содержания в ней углекислого газа на урожайность культуры.*

*Показано, что в условиях снижения продуктивности земель культивирование хлореллы будет способствовать увеличению объёмов продукции сельского хозяйства, в частности, животноводства, и повышению её качества посредством добавки суспензии этой водоросли в корма, а также улучшению состояния окружающей среды за счёт высокого уровня поглощения ею углекислого газа.*

Известно, что изменение климата обусловлено многими факторами, в числе которых выбросы углекислого газа в атмосферу. Увеличение объёма этих выбросов обусловлено ростом потребления энергоресурсов в мире за счёт интенсификации деятельности мирового промышленного комплекса. В связи с этим возрастает необходимость внедрения перерабатывающих безотходных технологий во все его отрасли и, в частности, сельское хозяйство. Увеличение сельхозпродукции обеспечивает продовольственную безопасность стран, а её экологическая чистота – здоровье их граждан. Одним из путей получения экологически безопасной продукции сельского хозяйства является культивирование водорослей, в частности, *Chlorella vulgaris* штамма IFR №С-111, в трубчатом фотобиореакторе.

Результаты ранее проводившихся исследований свидетельствуют, что эта одноклеточная водоросль оказывает благотворное влияние на состояние окружающей среды, так как в период роста она потребляет углекислый газ и выделяет кислород (соотноше-

ние этих элементов составляет 1 кг и 727,3 г – соответственно).

Хлорелла – представитель зелёных водорослей, уникальный биологический продукт, единственное водное растение, содержащее огромное количество полезных веществ. Добавка её суспензии в корм для сельскохозяйственных животных способствует увеличению их веса на 35–40 % и почти 100 %-ной сохранности поголовья. Предполагается, что эта водоросль появилась 3,5 млрд. лет назад, то есть значительно раньше, чем все земные растения, и ни один из природных катаклизмов, происшедших на планете Земля, не смог привести к её исчезновению [1].

Интерес к этой уникальной микроводоросли в мире возрастает, так как, помимо использования в сельскохозяйственном производстве, она находит широкое применение, например, в косметологии и др.

Использование хлореллы в производстве первичной фотосинтетической продукции, в частности, кормов для животных, является одной из важнейших задач





учёных-аграриев. Её решение возможно посредством использования одноклеточной зелёной водоросли *Chlorella vulgaris*, на основе которой создаются фотосинтезирующие системы. В процессе фотосинтеза при усвоении грамм-моля  $CO_2$  (44 г) и получении соответствующего количества урожая (около 30 г) фотосинтезирующие организмы усваивают 112 ккал энергии:



Фотосинтез активизирует энергию видимых лучей солнечного спектра, которые поглощаются хлорофиллом и другими пигментами (каротиноиды). При этом используется только часть энергии [9].

Во второй половине XX в. в НПО «Солнце» Академии наук Туркменистана проводились исследования *Chlorella vulgaris* штамма LARG-3 [11], а изучением влияния состава питательной среды на биохимические свойства клеток хлореллы в процессе её культивирования занимались Р. Хелд, Н.Б. Ауджанова и др. [1,12,15]. В процессе исследований было установлено, что азотсодержащие вещества, стимулирующие накопление внутриклеточных нейтральных липидов – триацилглицеридов, сильно влияют на биохимический состав клеток этой водоросли.

Для наших экспериментов был выбран штамм IFR №С-111 (рис. 1), который характеризуется следующими свойствами:

- высокая интенсивность фотосинтеза

при выращивании на минеральных средах с содержанием солей;

- возможность использования для культивирования любых вод (сточные и др.);

- активность роста при температуре 36–38 °С;

- устойчивость к различного рода вредоносным организмам и подавление роста микрофлоры;

- интенсивность роста в условиях высокой освещённости, что очень важно, так как культивирование хлореллы на базе использования солнечной энергии обуславливает сильное облучение клеток, особенно в разбавленных суспензиях.

**Питательная среда.** Условия культивирования (освещённость, питательная среда, объём углекислого газа) хлореллы влияют на её химический состав. Как и высшие растения, микроводоросли содержат нейтральные (в основном сложные эфиры, глицерин) и полярные липиды. Последние (например, фосфолипиды) образуются в благоприятных для культивирования микроводоросли условиях [2–4].

Состав питательной среды для культивирования хлореллы предельно прост: удобрения, широко используемые в сельском хозяйстве, и некоторые реактивы [5,7]. Основными элементами этой среды являются азот, фосфор, сера, магний и железо. Нами в экспериментах использовалась питательная среда Тамийя (табл. 1), которая содержит значительное количество марганца, меди и молибдена, уско-

Таблица 1

### Состав питательной среды Тамийя

| Вещество                    | Количество на 1 л |
|-----------------------------|-------------------|
| Мочевина, г                 | 1,5               |
| $KH_2 PO_4$ , г             | 1,25              |
| $KH_2 SO_4 \cdot H_2 O$ , г | 2,5               |
| Трилон Б, г                 | 0,037             |
| $Fe SO_2$ , г               | 0,003             |
| Раствор микроэлементов, мл  | 1,0               |

## Микроэлементы, входящие в состав белковых молекул

| Микроэлементы         | Количество на 1 л |
|-----------------------|-------------------|
| $H_3BO_3$             | 2,86              |
| $MnCl_2 \cdot 4H_2O$  | 1,81              |
| $Zn SO_4 \cdot 7H_2O$ | 0,222             |
| $NH_4 VO_3$           | 0,023             |
| $MoO_4$               | 0,0176            |

ряющих фотосинтез. Исходное значение рН – 6,0–6,5. Для стимулирования роста хлореллы в среду необходимо добавлять микроэлементы, входящие в состав белковых молекул (табл. 2). Добавление марганца, цинка и ванадия оптимизирует её рост и накопление биомассы.

Указанные выше микроэлементы активизируют деятельность ферментов, стимулируют углеродный обмен и окислительно-восстановительные процессы. Железо влияет на рост клеток и образование хлорофилла, а марганец предотвращает его чрезмерное накопление. Фосфор стимулирует рост клеток хлореллы, но его повышенное содержание может отрицательно сказаться на их развитии. Важным элементом в жизнедеятельности клетки этой культуры является азот.

При выращивании хлореллы в среде

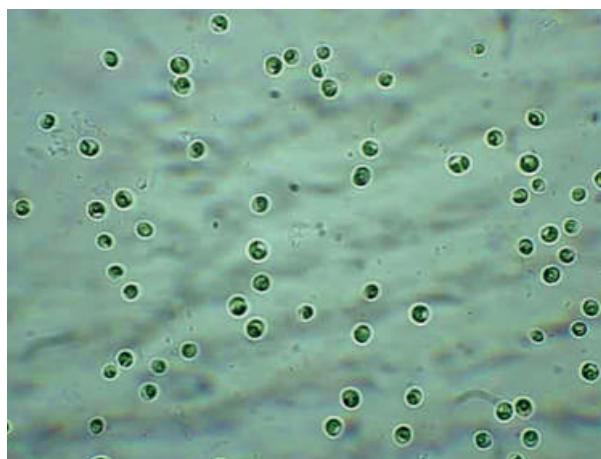


Рис.1. *Chlorella vulgaris* штамма IFR №С-111

Тамия необходимо использовать хелаты – органические вещества (при этом предпочтение отдаётся трилону Б). Наличие хелатов в питательной среде обеспечивает стабильность концентрации, способствует предотвращению осаждения, что очень важно в условиях культивирования микроводоросли на базе использования солнечной энергии. Изменение состава питательной среды позволяет получать продукт с различным соотношением содержания белков и жиров. Если она богата азотом, *Chlorella vulgaris* может накапливать от 40 до 88 % сырого протеина и 5 % жира, а при его недостатке и избытке углерода эти показатели меняются с точностью наоборот [5].

Для интенсивного роста хлореллы в фотобиореакторе, помимо правильно подобранной питательной среды и конструкции последнего, важно оптимизировать сочетание таких параметров, как концентрация углекислого газа, рН, температура, освещённость. Это позволит получить выход биомассы в 20–30 раз больше, чем у сельскохозяйственных растений.

Массовое культивирование указанной микроводоросли обусловлено возможностями использования для этого световой энергии (активное излучение фотосинтеза – 3,6) и содержанием в её клетках белков, витаминов, незаменимых аминокислот, различных микроэлементов и биологически активных веществ [6,12]. Как уже было сказано, она может служить прекрасной добавкой к кормам всех представителей животного мира (и водных, и земных). Даже гусеницы шел-



копряда прекрасно потребляют тутовые листья, обработанные суспензией хлореллы. Последняя является и прекрасным биостимулятором роста, нормализует процесс обмена веществ в организме, благотворно сказывается на здоровье животных, повышая их продуктивность. При её использовании на 22 % снижается расход кормов, подавляется болезнетворная микрофлора за счёт формирования в их организме щелочной среды. При этом в 4 раза ускоряется рост природной микрофлоры, которая нормализует работу пищеварительного тракта. Известно, что обогащение организма животных хлорофиллом препятствует развитию различных заболеваний [15].

**Биохимическая характеристика.** По питательным свойствам хлорелла превосходит все используемые в кормопроизводстве вещества. В 1 л её суспензии содержится 45–55 % белков, 5–10 – липидов, 35 – углеводов, 10 % минеральных веществ. Она содержит почти все аминокислоты, витамины группы В (тиамин, рибофлавин, пантотеновая и никотиновая кислоты, пиридоксин, цианкобаламин, фолиевую (и её производные) и парааминобензойную кислоты, биотин, инозит), причём их концентрация в среде значительно выше, чем в клетках [13,16].

Так как белок хлореллы содержит все незаменимые аминокислоты, его питательная ценность в 2 раза выше соевого. Если же сравнить питательную ценность биомассы в целом, то окажется, что 1 кг её равнозначен 4–5 кг сои. При добавлении 5–7 кг массы сухого вещества хлореллы к 1 т зерна его биологическая ценность повышается в 1,5 раза. По калорийности она не уступает шоколаду, а её белок равноценен белку сухого молока или мяса [14].

В настоящее время уникальные свойства этой одноклеточной водоросли изучаются в Научно-производственном центре «Возобновляемые источники энергии» Государственного энергетического института Туркменистана. В частности, ведутся исследования по приготовлению её семенной суспензии и культивированию водоросли в 15-литровом фотобиореакторе (рис. 2). В процессе работы установлено, что за сутки её биомасса увеличивается в

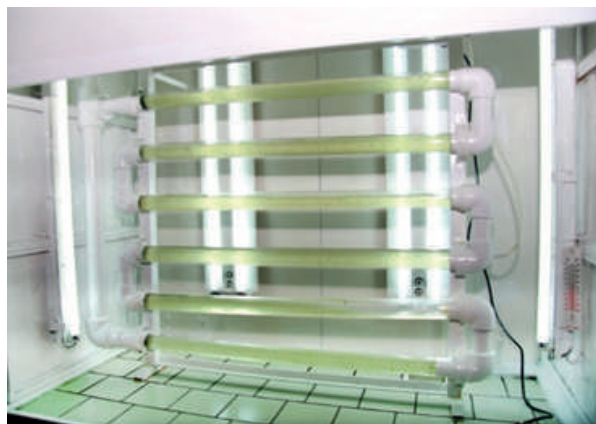


Рис. 2. Стенд для культивирования хлореллы

5 раз. Этот эффект объясняется интенсивным поглощением большого объёма углекислого газа и, соответственно, таким же выделением кислорода. При этом вода обогащается кислородом выше уровня насыщения, а концентрация биомассы составляет примерно 10 мг/л. При недостатке углекислого газа фотосинтез не происходит, содержание хлорофилла, число клеток хлореллы и запасных пищевых веществ уменьшаются, а количество углерода снижается в 1,5 раза. В то же время, при увеличении его подачи до 1,5–2 % от общего количества продуктивность хлореллы повышается в несколько раз, то есть она густеет [8,10,18].

Преимущества культивирования микроводорослей:

- высокая степень поглощения углекислого газа;
- использование сточных, загрязнённых, солёных и других вод для культивирования;
- биологическая очистка сточных, загрязнённых, солёных и других вод, используемых для культивирования;
- круглогодичное получение продукции;
- отсутствие необходимости в удобрениях;
- использование в качестве кормовой добавки;
- отсутствие необходимости в высокотехнологическом оборудовании.

**Использование суспензии хлореллы в животноводстве.** Известны разные способы обогащения кормов (посредством использования микробов, белков, витаминов,



микроэлементов, ферментных добавок, стимуляторов роста). В частности, использование суспензии хлореллы обеспечивает увеличение веса животных, сохранность селекции, снижает риск бесплодия, способствуя улучшению репродуктивных свойств и здоровья за счёт активизации метаболических процессов в организме и повышения иммунитета до естественного уровня.

Нами была исследована возможность выращивания хлореллы на базе использования энергии Солнца, определялось влияние температуры окружающей среды и количества подаваемого углекислого газа на плотность роста культуры.

Хлорелла выращивалась в фотобиореакторе объёмом 250 л на питательной среде Тамия в течение 8 дней (рис. 3). Для определения оптической плотности суспензии использовали спектрофотометр UV-VIS PD-3000UV (Shimadzu, Япония) при длине волны 560 нм. Количество углекислого газа измеряли ротаметром типа RMA-1, а температуру окружающего воздуха термометром Testo-10. Концентрацию углекислого газа в газовой смеси устанавливали посредством регулирования давления на выходе из баллона, наполненного углекислым газом. При этом использовали редуктор с манометром. Культивирование осуществляли в двух режимах: накопительном (периодическом) и непрерывном. В первом случае посевной материал вносили в питательную среду в начале процесса, и дальнейшее культивирование осуществля-



Рис. 3. Культивирование *Chlorella vulgaris* штамма IFR №С-111 в трубчатом фотобиореакторе

лось без отбора биомассы до выхода её на стационарный уровень. Углекислый газ подавали дважды в сутки в течение 1 мин и со скоростью 150 дм<sup>3</sup>/ч. Контрольный образец подпитывали углекислым газом (рис. 4), присутствующим в воздухе (0,03 %). Температура составляла 28–29 °С. При этом 4 раза в сутки посредством использования рН-метра или специальной бумаги типа "Рифан" строго контролировали устойчивость рН среды, поддерживая этот показатель на уровне 6,0–6,5. В случае его превышения производили коррекцию 10 %-ной серной кислотой, а при понижении – 10 %-ной щёлочью (КОН). Для приведения значения рН среды в норму суспензию можно разбавлять свежей питательной средой [17].

Следует помнить, что даже при выращивании суспензии в закрытых фотобиореакторах она, хоть и незначительно, но подвергается заражению посторонней микрофлорой. Чтобы предотвратить его, необходимо осуществлять строгий контроль состояния культуры под микроскопом с большим увеличением, используя при этом иммерсионное масло. В случае заражения суспензию необходимо слить, а установку тщательно промыть и обработать 10 %-ной хлорной известью, либо фенолом, перекисью водорода, хлорамином.

В установках закрытого типа с использованием солнечной энергии можно получать суспензию высокой плотности и следует учесть, что при выпасивании животным её надо развести до концентрации не более 50 млн. кл/мл (в других случаях – приготовление комбикорма, гранул, брикетов и пр., можно не разводить).

### Результаты

Процесс культивирования хлореллы в закрытых системах с использованием солнечной энергии включает две стадии: проращивание культуры до получения заданной биомассы и проточное культивирование.

При быстром размножении в ограниченном объёме питательной среды плотность суспензии быстро увеличивается за счёт интенсивного поглощения света. В случае ухудшения освещённости уменьшается средняя интенсивность фотосинтеза каждой клетки и плотность суспензии оказывается столь высокой, что свет проникает лишь в

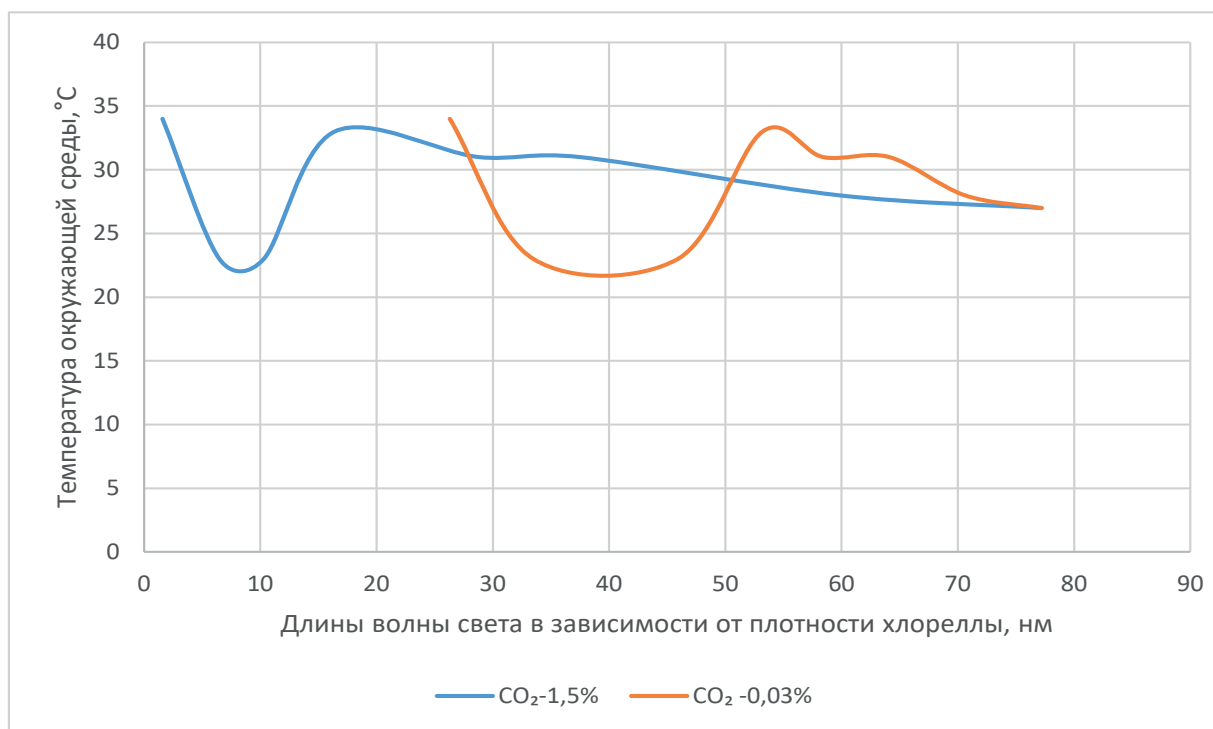


Рис. 4. Влияние углекислого газа на плотность суспензии хлореллы

верхние её слои, а клетки частично отмирают. Учитывая это, необходимо вести проточное культивирование, ежедневно сливая часть суспензии и добавляя в неё равный объём питательной среды. Это делается с целью лучшего усвоения клетками микроводорослей минеральных элементов, а также энергии солнца. Количество сливаемой суспензии определяется экспериментально для каждого вида установок. Плотность суспензии, на которой ведётся проток, также определяется экспериментально: обычно это 2–3 г/л абсолютно сухого вещества водоросли. Слив желательно осуществлять небольшими порциями 2-3 раза за световой день.

Для интенсивного роста и развития хлореллы требуется поддержание постоянного температурного режима:  $36 \pm 2$  °C. В противном случае это ведёт к её гибели. Поэтому необходимо регулировать температуру посредством использования теплообменников, которыми снабжены установки. В жаркое время года они заполняются холодной водой, в холодное – горячей. Летом с 12<sup>00</sup> до 17<sup>00</sup> ч надо защищать суспензию от прямого солнечного излучения, то есть от яркого света (рис. 5).

Таким образом, по результатам исследований определены условия работы



Рис. 5. Фотобиореактор с водяной охлаждающей системой и солнцезащитным навесом

установок по выращиванию хлореллы в Туркменистане: 12 ч (световой день) и не менее 7 месяцев в году; температура суспензии –  $36 \pm 2$  °C; обязательное охлаждение (днём) и обогрев (ночью) посредством использования теплообменников. Соблюдение всех этих условий гарантирует возможность выращивания хлореллы и получения высокого урожая экологически чистой продукции для использования её в сельскохозяйственном производстве.

Дата поступления  
10 октября 2021 г.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Ауджанова В.К. Морфологические и систематические характеристики хлореллы. Её производство и применение // Научный вестник. 2014. № 1.
2. Богданов Н.И. Использование хлореллы для выращивания и откорма сельскохозяйственных животных. Пенза, 2004.
3. Богданов Н.И. Суспензия хлореллы в рационе сельскохозяйственных животных. Пенза, 2006.
4. Богданов Н.И. Суспензия хлореллы в рационе сельскохозяйственных животных. 2-е изд., исправл. и доп. Волгоград, 2007.
5. Грачева И.М., Иванова Л.А., Кантере В.М. Технология микробных белковых препаратов, аминокислот и биоэнергия М.: Колос, 1992.
6. Дворецкий Д.С., Дворецкий С.И., Темнов М.С. и др. Технология получения липидов из микроводорослей. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ПГТУ», 2015.
7. Доманский В.П., Козел Н.В. Влияние спектрального состава светодиодного излучения на структуру фотосинтетического аппарата *Spirulina platensis* // Вести НАН Беларуси. Сер. биол. наук. 2013. №3.
8. Заболотских В.В., Смахтина Л.А. Разработка модельной установки фотобиореактора в лабораторных условиях с целью культивирования микроводорослей для получения альтернативного источника энергии. [www.esa-conference.ru](http://www.esa-conference.ru)
9. Мельников С.С., Мананкина Е.Е., Будакова Е.А. и др. Каталог генетического фонда хозяйственно полезных видов водорослей. Минск, 2011.
10. Оразбердиева М.Р., Матъякубов А.А. Особенности культивирования хлореллы как инструмент возобновляемой энергетики в условиях Туркменистана // Мат-лы Междунар. науч.-практич. конф. «Электрические сети: надёжность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты». Казань, 2021.
11. Рыбакова Л.Е. Использование солнечной энергии. Ашхабад: Блым, 2017.
12. Романенко В.Д., Курпенко Н.И., Коновец И.Н., Крот Ю.Г. Видоспецифические особенности роста зелёных водорослей при дополнительном углеродном питании. Сообщ. 1: Скорость роста зелёных водорослей при максимальном насыщении среды CO<sub>2</sub> в открытой культивационной системе // Гидробиол. журн. 2010. Т. 46. № 1.
13. Соловченко А.Е. Физиологическая роль накопления нейтральных липидов эукариотическими микроводорослями при стрессах // Физиология растений. 2012. Т. 59. № 2.
14. Campbell C.J. The coming oil crisis // Multi-science Publishing Company and Petroconsultants. S. A Essex, 1997.
15. Held P. Determination of Algal Cell Lipids Using Nile Red – Using Microplates to Monitor Neutral lipids in *Chlorella Vulgaris* [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://www.biotek.com/resources/articles/nile-red-dye-algal.html> (Дата обращения 15.04.2020).
16. Moriyama T., Terasawa K., Sekine K. et al. (2010). Characterization of self-cycle-driven and light-driven gene expression in a synchronous culture system in the unicellular rhodophyte *Cyanidioschyzon merolae*. *Microbiology* 156. 1730–1737. doi: 10.1099/mic.0.037754-0.
17. *Renewables 2013 Global Status Report* (Paris: REN21 Secretariat) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ren21.net>
18. Vernon L.P. Spectrophotometric determination of chlorophylls and pheophytins in plant extracts. *Analytical Chemistry*. V. 32. Washington, 1960.

K. SARYÝEW, M. ORAZBERDIEWA, A. MATÝAKUBOW

### TÜRKMENISTANDA *Chlorella vulgaris* (ŞTAM IFR № C-111) SUWOTUNY ÖSDÜRIP ÝETIŞDIRMEGIŇ AÝRATYNLYKLARY

Turbaly fotobioreaktorda *Chlorella vulgaris* bir öýjükli suw otlaryny (ştam IFR №C-111) ösdürip ýetişdirmek boýunça barlaglaryň netijeleri getirilýär. Hususan-da, daşky gurşawyň temperaturasynyň we kömürturşy gazynyň ekin hasylyna bolan täsiri öwrenildi.

Ýeriň hasyllylygynyň peselýän şertlerinde, hlorellany ösdürip ýetişdirmeklik oba hojalygynyň käbir meselelerini çözmäge we daşky gurşawyň ýagdaýyny gowulaşdyrmaga ýardam eder.

K. SARYEV, M. ORAZBERDIEVA, A. MATYAKUBOV

### FEATURES OF GROWING *Chlorella vulgaris* STRAIN IFR №C-111 IN TURKMENISTAN

The results of studies on the cultivation of unicellular algae *Chlorella vulgaris* (IFR strain №C-111) in a tubular photobioreactor are presented. In particular, the effect of ambient temperature and carbon dioxide on crop yields were studied.

It is shown that in the conditions of declining land productivity, the cultivation of chlorella will contribute to solve some problems of the agricultural industry and improve the environmental conditions.

## ДИКОРАСТУЩИЕ ПЛОДОВЫЕ РАСТЕНИЯ ЮГО-ЗАПАДНОГО КОПЕТДАГА

Рассматриваются результаты комплексного анализа дикорастущих плодовых растений Юго-Западного Копетдага. На основе литературных источников и собственных данных дана их флористическая, таксономическая, эколого-фитоценологическая, биоэкологическая и географическая оценка.

Приводятся также сведения об эндемиках и краснокнижных видах этих растений.

Флористическая оценка основных дикорастущих плодовых растений Юго-Западного Копетдага позволяет выяснить, какие из них могут считаться аборигенными видами, а какие новообразованием. К числу реликтовых относятся орех грецкий (*Juglans regia*), виноград лесной (*Vitis sylvestris*), миндаль обыкновенный (*Amygdalus communis*), груша обыкновенная (*Pyrus communis*), инжир обыкновенный (*Ficus carica*) и гранат обыкновенный (*Punica granatum*) [7]. Все эти растения являются реликтами третичной флоры, в своё время широко распространённой на территории Евразии. Факт нахождения их ископаемых остатков является подтверждением древности. Современная территория распространения этих видов представляет собой часть их прежнего третичного и более широкого ареала. Доказательством реликтовости перечисленных растений может служить и его анализ.

Если рассматривать эти растения с точки зрения их древности, необходимо разделить все плодовые этого региона на 3 группы. К первой относятся реликты третичного времени влажных субтропических широколиственных лесов – орех грецкий, гранат обыкновенный, инжир обыкновенный. Почти все перечисленные растения этого типа являются адаптивными реликтами. В настоящее время они в значительной мере приспособились или приспосабливаются к современным условиям обитания, но этот процесс не закончился и идёт очень медленно. Одной из причин этого является

антропогенный фактор, когда в результате нерационального использования растений уничтожаются целые леса. Вторая группа – это реликты третичного и четвертичного времени, связанные с ксерическими условиями обитания – фисташка настоящая (*Pistacia vera*), миндаль метельчатый (*Amygdalus scoparia*), унаби обыкновенный (*Zizyphus jujuba*). Это древние ксероморфные типы. Третья группа – растения, появившиеся сравнительно недавно в результате гибридизации и приспособления реликтовых видов к новым условиям более сухого климата последнего геологического периода. К ним относятся (рис. 1 и 2) груша Буассье (*Pyrus boissieriana*) и слива растопыренная, или алыча (*Prunus cerasifera*). Ареал их весьма ограничен.

Об изменениях качественных и количественных показателей дикорастущих плодовых растений Юго-Западного Копетдага – ключевой экосистемы этой горной цепи, свидетельствует их таксономический состав. Так, в очерченных границах они представлены 35 видами, относящимися к 17 родам и 10 семействам. Относительно богатым видовым составом (25 таксонов, или 71 %) здесь отличается семейство Розоцветные (*Rosaceae*), что обусловлено полиморфизмом его рода. Например, Боярышник (*Crataegus*) представлен 8 видами (табл. 1).

Анализ видового богатства родов показывает, что в этом спектре большая часть (47 %) приходится на монотипные и средние роды (табл. 2). Самую эволюционно разви-



Рис. 1. Груша Буассье в фазе плодоношения (Хасардаг, ущ. Мезитли)

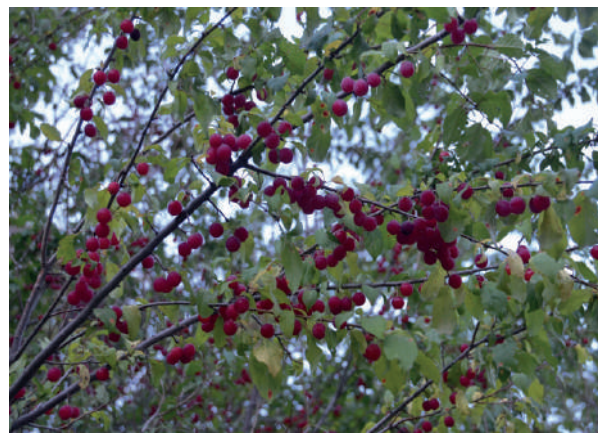


Рис. 2. Слива растопыренная (алыча) в фазе плодоношения (ущ. Пордере)

тую часть составляет средний род (71 %).

По количеству видов доминирует род Боярышник, 6 родов имеют 2–4 вида и 10 – по одному.

Двухпоясное вертикальное распределение растительных группировок Юго-Западного Копетдага, обоснованное Р.В. Камелиным [2], позволяет дать краткое описание условий обитания дикорастущих плодовых растений. Наибольшее число видов (около 43 %) приурочено к поясам шибляка и полусаванн (400–1500 м над ур. м.). В контактной полосе развития шибляка и арчовников в условиях свободного обмена

видами повышается роль узкоспециализированных, то есть строго приуроченных к условиям среды обитания (влажность), как, например, орех грецкий. Во втором среднегорном арчово-степном поясе (1600–2800 м над ур.м.) не встречается ни один вид дикорастущих плодовых растений региона.

Простым анализом распределения видов по высотным ступеням можно выявить общие закономерности их приуроченности [6]. От предгорий до 2500–2800 м над ур. м. широко распространены 2 вида (около 6 %) – барбарис туркменский (*Berberis*

Таблица 1

### Таксономический спектр дикорастущих плодовых растений

| Семейство                             | Число родов | %   | Число видов | %    |
|---------------------------------------|-------------|-----|-------------|------|
| Ореховые ( <i>Juglandaceae</i> )      | 1           | 5,9 | 1           | 2,9  |
| Тутовые ( <i>Moraceae</i> )           | 1           | 5,9 | 1           | 2,9  |
| Барбарисовые ( <i>Berberidaceae</i> ) | 1           | 5,9 | 2           | 5,7  |
| Розоцветные ( <i>Rosaceae</i> )       | 8           | 47  | 25          | 71,0 |
| Сумаховые ( <i>Anacardiaceae</i> )    | 1           | 5,9 | 1           | 2,9  |
| Крушиновые ( <i>Rhamnaceae</i> )      | 1           | 5,9 | 1           | 2,9  |
| Виноградные ( <i>Vitaceae</i> )       | 1           | 5,9 | 1           | 2,9  |
| Лоховые ( <i>Elaeagnaceae</i> )       | 1           | 5,9 | 1           | 2,9  |
| Гранатовые ( <i>Punicaceae</i> )      | 1           | 5,9 | 1           | 2,9  |
| Кизиловые ( <i>Cornaceae</i> )        | 1           | 5,9 | 1           | 2,9  |
| <i>Всего</i>                          | 17          | 100 | 35          | 100  |

Таблица 2

### Количество видов в родах

| Род (число видов)   | Количество родов | % от общего числа | Количество видов в группах родов | % от общего числа |
|---------------------|------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------|
| Средние (10–5)      | 8                | 47,0              | 25                               | 71,4              |
| Малочисленные (4–2) | 1                | 5,9               | 2                                | 5,7               |
| Монотипные          | 8                | 47,0              | 8                                | 22,9              |
| <i>Всего</i>        | 17               | 100               | 35                               | 100               |





*turcomanica*), вишня ложноплодная (*Cerasus pseudoprostrata*), остальные показывают заметную дифференциацию по высотным поясам (табл. 3).

Структурный анализ состава дикорастущих плодовых позволил определить характер распределения видов по вертикальным ступеням и степень экологической приуроченности к условиям мест обитания (табл. 4).

По склонам гор произрастает 25 видов, из которых 8 характерны для этого биотопа. На осыпях, выходах каменистых пород чаще всего встречаются 3 специализированных вида, из которых только фисташка настоящая растёт на осыпях. К горным речкам и родникам приурочено порядка 10 таксонов, к поймам рек и оазисам – один – лох восточный (*Elaeagnus orientalis*). Эколого-фитоценотический анализ распределения видов по местообитаниям подтвердил ксерическую направленность всех их элементов, так как в рассматриваемом регионе доминируют приспособившиеся к недостатку влаги (около 69 %).

Стандартный биоэкологический ана-

лиз обычно включает в себя подсчёт с последующим распределением видов по жизненным формам [8]. Жизненная форма как исторически обусловленное выражение приспособленности растений к условиям среды формируется в их онтогенезе. Приспособленность является наследственной особенностью вида, благодаря которой он сохраняется. Классификация жизненных форм – биологическое понятие, основанное на особенностях строения и развития растений, которые являются результатом влияния многих факторов среды обитания. В то же время имеется и экологическая классификация жизненных форм, основанная на приспособленности растений к строго определённым условиям среды обитания [8]. Анализ жизненных форм видов позволяет, с одной стороны, установить, как формируется габитус, с другой – выявить специфические черты условий произрастания (табл. 5).

Согласно подсчётам, соотношение жизненных форм дерево/кустарник составляет 1,5:1. В условиях аридизации климата и ксерофитизации растительности рассматри-

Таблица 3

### Распределение видов по геоморфологическим ступеням

| Пояс и высота над ур. м., м    | Число видов | % от общего числа |
|--------------------------------|-------------|-------------------|
| Средний – верхний (1200–2800)  | 1           | 2,9               |
| Нижний – верхний (800–2800)    | 1           | 2,9               |
| Предгорья – верхний (400–2800) | 2           | 5,7               |
| Средний (1200–1600)            | 7           | 20                |
| Нижний – средний (800–1600)    | 3           | 8,6               |
| Предгорья – средний (400–1600) | 6           | 17                |
| Нижний (800–1200)              | 8           | 22,9              |
| Предгорья – нижний (400–1200)  | 6           | 17                |
| Предгорья (400–800)            | 1           | 2,9               |
| <i>Всего</i>                   | 35          | 100               |

Таблица 4

### Места произрастания

| Биотоп                  | Общее число видов | %   | Число видов в данном биотопе | %    |
|-------------------------|-------------------|-----|------------------------------|------|
| Склоны гор              | 25                | 71  | 8                            | 22,9 |
| Ущелья                  | 25                | 71  | 1                            | 2,9  |
| Осыпи                   | 1                 | 2,9 | –                            | –    |
| Выходы каменистых пород | 2                 | 5,7 | –                            | –    |
| Горные речки и родники  | 10                | 29  | –                            | –    |
| Поймы рек               | 1                 | 2,9 | –                            | –    |
| Оазисы                  | 1                 | 2,9 | –                            | –    |

## Распределение по жизненным формам

| Территория            | Древесные |                  |           |             | Всего |
|-----------------------|-----------|------------------|-----------|-------------|-------|
|                       | дерево    | дерево/кустарник | кустарник | кустарничек |       |
| Юго-Западный Копетдаг | 16        | 5                | 9         | 5           | 35    |

ваемого региона такая жизненная форма, как дерево, становится реликтовой и редкой.

Плодовые растения Юго-Западного Копетдага представлены 8 биоморфными элементами, выраженными такими облигатными деревьями (рис. 3.), как боярышник понтийский (*Crataegus pontica*) и свида Мейера (*Thelecrania meyeri*), и факультативными формами в виде многоствольного дерева или куста, как, например, груша Буассье. Кустарники представлены следующими формами: листопадные – инжир обыкновенный, безлистные – миндаль метельчатый, лиановидные – виноград лесной, колючие – ежевика анатолийская (*Rubus anatolicus*). Кустарнички представлены листопадной – вишня ложноплодная, и колючей – миндаль туркменский (*Amygdalus turcomanica*) формами (табл. 6).

Согласно биоэкологической характеристике плодовых растений, в Юго-Западном Копетдаге произрастают 16 видов деревьев, 5 переходных форм дерево/кустарник, 9 кустарников и 5 кустарничков. О специфике этой флоры на пути её ксерофитизации свидетельствуют 8 биоморфных элементов. Анализ биоэкологического спектра подтверждает большое разнообразие жизненных форм.

Чтобы установить центры возникновения дикорастущих плодовых, проведён географический анализ, в основе которого лежит дробная ареологическая классифи-

кация типов для всей горной территории Средней Азии [2]. В Юго-Западном Копетдаге отмечено 14 генетически неоднородных географических элементов, объединённых в зависимости от характера широтного распределения видов в 6 групп и 2 класса с определением удельного веса (в %). Каждая группа, как особый географический и географо-генетический элемент, нашедший на данной территории оптимум жизненных условий, имеет основную часть своего ареала [2]. Некоторые общие закономерности можно выявить простым подсчётом видов по выделенным типам ареалов (табл. 7).

Древнесредиземноморский класс с горно-степным районом представлен двумя группами видов, ареал которых охватывает Древнее Средиземноморье (инжир обыкновенный, лох восточный, гранат обыкновенный) и Восточную Азию (груша обыкновенная, миндаль обыкновенный).

Плодовые растения рассматриваемого региона с ограниченными территориями Иран-Туранского класса преобладают по количеству видов. Виды самой древней пригималайской лесной реликтовой группы (орех грецкий) связаны с горными провинциями Центральной Азии и мезофильными участками Западных Гималаев. Ядро ксерофильной древесной флоры, несомненно, представляют виды с иранским географическим элементом, например, миндаль туркменский, ареал которого простирается

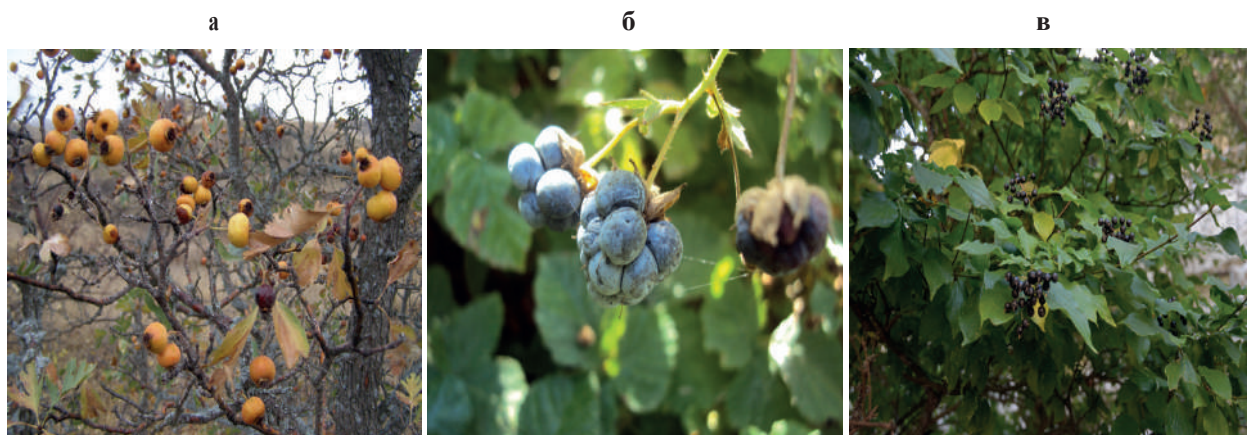


Рис. 3. Ежевика сизая (а), боярышник понтийский (б) и свида Мейера (в) в фазе плодоношения (уш. Айдере)

## Биоморфные элементы

| Жизненная форма              | Число видов | % от общего числа |
|------------------------------|-------------|-------------------|
| <b>Облигатное дерево</b>     |             |                   |
| Дерево листопадное           | 16          | 45,7              |
| <b>Факультативное дерево</b> |             |                   |
| Дерево/ кустарник            | 5           | 14,3              |
| <i>Всего</i>                 | 21          | 60                |
| <b>Кустарник</b>             |             |                   |
| Листопадный                  | 4           | 11,4              |
| Колючий                      | 3           | 8,5               |
| Лиановидный                  | 1           | 2,9               |
| Безлистный                   | 1           | 2,9               |
| <i>Всего</i>                 | 9           | 25,7              |
| <b>Кустарничек</b>           |             |                   |
| Листопадный                  | 2           | 5,8               |
| Колючий                      | 3           | 8,5               |
| <i>Всего</i>                 | 5           | 14,3              |
| <b>Итого</b>                 | 35          | 100               |

Таблица 7

## Распределение видов по типам ареалов

| Географический элемент                | Число видов | % от общего числа |
|---------------------------------------|-------------|-------------------|
| <i>Древнесредиземноморский класс</i>  |             |                   |
| <i>Древнесредиземноморская группа</i> |             |                   |
| Европейско-древнесредиземноморский    | 1           | 2,9               |
| Древнесредиземноморский               | 4           | 11,4              |
| <i>Всего</i>                          | 5           | 14,3              |
| <i>Восточнесредиземноморская</i>      |             |                   |
| Европейско-восточнесредиземноморский  | 3           | 8,6               |
| Восточнесредиземноморский             | 5           | 14,3              |
| <i>Всего</i>                          | 8           | 22,9              |
| <i>Итого</i>                          | 13          | 37,2              |
| <i>Иран-Туранский класс</i>           |             |                   |
| <i>Пригималайская группа</i>          |             |                   |
| Иран-пригималайский                   | 1           | 2,9               |
| <i>Всего</i>                          | 1           | 2,9               |
| <i>Иранская</i>                       |             |                   |
| Копетдаг-горносреднеазиатский         | 1           | 2,9               |
| Иран-горносреднеазиатский             | 3           | 8,6               |
| <i>Всего</i>                          | 4           | 11,4              |
| <i>Копетдаг-хорасанская</i>           |             |                   |
| <i>Копетдаг-хорасанский</i>           | 1           | 2,9               |
| Центрально-югозападнокопетдагский     | 2           | 5,7               |
| Юго-западнокопетдагский               | 5           | 14,3              |
| <i>Всего</i>                          | 8           | 22,8              |
| <i>Итого</i>                          | 22          | 62,8              |
| <i>Общее количество</i>               | 35          | 100,0             |



от Ирана до Бадхыза. Ареал кавказ-иранского вида груша Буассье свидетельствует о наличии взаимообмена географическими элементами между Ираном и Кавказом, а видов с закавказско-иранским ареалом – вишня мелкоплодная (*Cerasus microcarpa*) – о связи Ирана и Закавказья.

Гораздо сильнее выражены флорогенетические связи копетдагских видов с горной Средней Азией, что наглядно отражается в спектре горносреднеазиатской группы. Здесь немало видов с ареалами, связанными с Ираном, Памироалаем и Тяньшанем. Дробное деление на единицы местного значения позволило очертить широкий спектр связей в границах Копетдаг-хорасанской провинции. Например, есть виды с ареалом от Копетдага до Хорасана (вишня ложноплодная), есть распространённые в Центральном и Юго-Западном Копетдаге (груша туркменская, миндаль метельчатый) и только в Юго-Западном Копетдаге (боярышник Никитина (*Crataegus nikitinii*)), вишня Блиновского (*Cerasus blinovskiyi*). Мигрирующие виды – груша туркменская и миндаль метельчатый, растут в Юго-Западном и Центральном Копетдаге.

Таким образом, на основе ареологи-

ческого анализа дикорастущих плодовых Юго-Западного Копетдага сформирован нагорно-ксерофитный элемент как выражение биоэкологического разнообразия.

Встречаемость характеризует частоту стояния особей вида на территории. Это понятие относится к характеру распределения особей какого-либо вида на пробной площадке. По количеству и характеру распределения видов в естественных биотопах региона можно охарактеризовать встречаемость по 4-балльной шкале [5]: «очень редко» – единичные находки, «редко» – регистрация вида в нескольких пунктах, «изредка» – малое число в указанных биотопах, «нередко» – растение выступает доминантом растительных сообществ в указанных местообитаниях (табл. 8).

Говоря о видах, встречающихся редко, следует отметить, что естественная редкость обусловлена биоценотическими и экологическими факторами. В связи с этим малая численность особей не всегда может являться показателем угрожающего состояния видов. При нормальном возрастном состоянии природной популяции биологическая стойкость таких видов является достаточно надёжным показателем и

Таблица 8

### Шкала встречаемости

| Встречаемость          | Категория   |       |         |         |
|------------------------|-------------|-------|---------|---------|
|                        | очень редко | редко | изредка | нередко |
| Количество экземпляров | 1           | 11    | 10      | 13      |
| %                      | 2,9         | 31,0  | 29,0    | 37,0    |

нет основания относить их к категории исчезающих. Если же возрастной состав популяций резко отклоняется от нормального типа, например, отсутствием подроста или утратой особями генеративной функции, это является серьёзным поводом для беспокойства. В качестве примера можно привести естественную популяцию рябины греческой (*Sorbus graeca*) в Юго-Западном Копетдаге. Редкость этого вида характеризуется уменьшением численности природной популяции и почти полным отсутствием естественного семенного возобновления. Подрост может погибнуть, например, от чрезмерной численности насекомых-вредителей, уничтожения человеком мест обитаний вида, выпаса скота и т.д. То же можно сказать о груше Буассье, яблоне туркменов, боярышнике Никитина, сливе

домашней (*Prunus domestica*), вишне магалепке (*Cerasus mahaleb*) и др.

С точки зрения Р.В. Камелина, эндемизм и родственные связи одних эндемичных видов с другими обусловлены историческим развитием. Высокий эндемизм как черта древнесредиземноморской флоры и есть показатель древности её генезиса. Для многих иранских видов территория Юго-Западного Копетдага является северной или северо-восточной границей ареала, где они, обособливаясь, образуют новые эндемичные расы, тем самым подчёркивая активность процессов видообразования. В своём распространении виды обычно не выходят за пределы Копетдага, однако сохраняют родственные связи с соседствующими (Иран, Афганистан) и близкородственными (Кавказ, Закавказье) регионами [1,2,7].



На территории Юго-Западного Копетдага пересекаются границы ареалов 6 эндемичных видов, составляющих более 17 % от общего видового состава плодовых растений региона (табл. 9).

По характеру распространения энде-

мичные виды делятся на юго-западнокопетдагские (более 83 %) и бадхыз-иранские (около 17 %)

В числе плодовых Юго-Западного Копетдага 7 (20 %) краснокнижных видов, относящихся к 6 родам и 3 семействам

Таблица 9

### Типы ареалов локальных эндемичных видов

| Ареал                   | Количество |
|-------------------------|------------|
| Юго-западнокопетдагский | 5          |
| Бадхыз-иранский         | 1          |

– орех грецкий, груша Буассье, груша туркменская, яблоня туркменов, рябина греческая, боярышник Никитина, гранат обыкновенный [4].

В список редких и исчезающих видов флоры СНГ входят такие дикорастущие плодовые, как гранат обыкновенный, груша Бусье, груша туркменская, виноград лесной, виноград культурный (*Vitis vinifera*), унаби обыкновенный [3].

Таким образом, комплексный анализ плодовых растений Юго-Западного Копетдага позволил оценить уникальные

генетические ресурсы региона как ключевой экосистемы, являющейся центром формирования и одновременно областью распространения плодовых растений всего Копетдага. Исчезновение тех или иных компонентов биологического разнообразия ведёт к утрате устойчивости, разрушению и исчезновению отдельных видов и целых экосистем. В связи с этим необходим постоянный мониторинг состава дикорастущих плодовых рассматриваемой территории.

Дата поступления

13 января 2022 г.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Камахина Г.Л. Флора и растительность Центрального Копетдага (прошлое, настоящее и будущее). Ашхабад, 2005.
2. Камелин Р.В. Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. Л.: Наука, 1973.
3. Красная книга СССР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. М.: Лесная промышленность, 1978.
4. Красная книга Туркменистана. 3-е изд. Т.1: Растения. Ашхабад: Ылым, 2011.
5. Курбанмамедова Г.М. Плодово-ягодные и орехоплодные Центрального Копетдага // Пробл. осв. пустынь. 2010. №1-2.
6. Никитин В.В., Гельдиханов А.М. Определитель растений Туркменистана. Л.:Наука, 1988.
7. Попов М.Г. Дикие плодовые деревья и кустарники Средней Азии // Тр. прикл. бот. и селекц. раст. Т. 22. Вып.3. Л., 1929.
8. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. М., 1962.

G.M. GURBANMÄMMEDOWA, G.O. ATAHANOW, G.Yu. YUSUPOV

### GÜNORTA-GÜNBATAR KOPETDAGYŇ ÝABANY ÖSÝÄN MIWELI ÖSÜMLIKLERI

Günorta-Günbatar Kopetdagyň ýabany ösýän miweli ösümlikleriniň toplumlaýyn derňewi geçirildi. Edebiýat çeşmeleriniň we hususy maglumatlaryň esasynda olara floristik, taksonomik, ekologik-fitosenotik, bioekologik we geografik baha berildi.

Öwrenilýän ösümlikleriň duş gelşi, endemizmi we Gyzyly kitaba girizilenligi barada meseleler seredilýär.

G.M. KURBANMAMEDOVA, G.O. ATAKHANOV, G.Yu. YUSUPOV

### THE WILD FRUIT PLANTS OF THE SOUTH-WESTERN KOPETDAG

The results of a comprehensive analysis of wild-growing fruit plants of the South-Western Kopetdag are considered. On the basis of literary sources and own data, their floristic, taxonomic, ecological-phytocenotic, bioecological and geographical assessment is given.

Information about endemic and Red Book species of these plants is also given.

## ЛЕКАРСТВЕННЫЕ СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ПОЛЫНЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОПЕТДАГА

*Приводятся данные о ресурсном потенциале некоторых видов полыней Центрального Копетдага. Показана возможность их широкого использования в фармацевтике и пищевой промышленности, в частности, в рецептуре различных безалкогольных напитков. Особо отмечается, что, несмотря на значительный объём ресурсов этих растений, необходима разработка специальной инструкции по технике заготовки сырья с учётом прогноза урожайности и климатических особенностей года.*

Ресурсы дикорастущих лекарственных растений Центрального Копетдага представляют огромный интерес для медицинской, пищевой и других отраслей промышленности Туркменистана. На их основе уже получены новые эффективные лекарственные препараты, они используются в приготовлении безалкогольных напитков и др.

К экосистемам Центрального Копетдага приурочены важнейшие промышленно ценные виды полыней, сырьевые ресурсы которых практически не ограничены. Всего здесь произрастает 11 видов полыней, 4 из которых представляют наибольший хозяйственный интерес (по занимаемой площади и запасам сырья).

Широкий спектр фармакологического действия биологически активных веществ и оригинальный состав эфирных масел полыней Туркменистана делают их исключительно перспективными для глубокого исследования и широкого использования в различных отраслях промышленности Туркменистана.

**Полынь туркменская** (*Artemisia turcomanica*) из сем. Астровые (*Asteraceae*) – эндемичный полукустарник высотой 30–50 см [1]. Корень стержневой, деревянистый. Бесплодные побеги буровато-серые, плодоносящие стебли многочисленные,

высотой до 50 см, прямые, жёсткие, прутьевидные, в начале вегетации серовато-войлочные, затем серовато-зелёные. Цвет листьев – от беловато-войлочного до серовато-зелёного, а длина – 1,2–1,5 см. Цветёт в августе, плодоносит в ноябре [6].

Доминант эфемероидно-полынных группировок с участием галофитных элементов нижнего и среднего пояса гор, занимает территорию от западной границы Центрального Копетдага (ст. Бами) до Куртусув площадью более 500 тыс. га [6]. Иногда растёт совместно с полынью цитваровидной. Нами исследованы сырьевые запасы на двух массивах – Сайванском и Гермабском (табл. 1).

Содержание эфирного масла составляет 1,95 %, а в нём, в свою очередь, присутствуют пинен (20 %), камфен, лимонен, цинеол, феланрен (35), линаоол (15), камфора (10), терпинеол (10 %) и др. [5].

Мы классифицировали эти растения по их габитусу: I – крупные (высота – 45–50, диаметр – 60х65 см); II – средние (35–40 и 35х35); III – мелкие (соответственно 25–30 и 20х20 см).

Эксплуатационный запас сырья на Сайванском массиве составляет 17, на Гермабском – 19 т. За объём возможной его ежегодной заготовки нами принята вели-

**Урожайность сырьевой массы полыни туркменской  
в Центральном Копетдаге**

| Класс                    | Количество растений на 100 м <sup>2</sup> | Вес сырья с модельного растения, г |    | Урожайность сырья, ц/га |     | Запас сырья, т/100 га |
|--------------------------|---|------------------------------------|----|-------------------------|-----|-----------------------|
|                          |   | 1                                  | 2  | 1                       | 2   |                       |
| <b>Сайванский массив</b> |   |                                    |    |                         |     |                       |
| I                        | 7   | 180                                | 67 | 1,3                     | 0,5 | 5                     |
| II                       | 15  | 155                                | 57 | 2,3                     | 0,9 | 9                     |
| III                      | 8   | 86                                 | 32 | 0,7                     | 0,3 | 3                     |
| <i>Всего</i>             | 30  |                                    |    | 4,3                     | 1,7 | 3                     |
| <b>Гермабский</b>        |   |                                    |    |                         |     |                       |
| I                        | 20  | 112                                | 41 | 2,2                     | 0,8 | 8                     |
| II                       | 26  | 83                                 | 31 | 2,2                     | 0,8 | 8                     |
| III                      | 15  | 50                                 | 19 | 0,8                     | 0,3 | 3                     |
| <i>Всего</i>             | 61  |                                    |    | 5,2                     | 1,9 | 19                    |

*Примечание.* 1 – в сыром весе; 2 – в сухом.

чина, равная 90% от эксплуатационного запаса и, таким образом, в год здесь можно заготовить 15,3 т сырьевой массы, а на Гермабском массиве – 17,1 т.

**Полынь копетдагская** (*A. kopetdagensis*) из сем. Астровые представляет собой эндемичный полукустарник высотой 35–40 см [1,6]. В начале вегетации беловато-шерстистое растение, позднее серовато-зелёное. Корень вертикальный, деревянистый. Плодоносящие стебли многочисленные, в верхней трети ветвистые. Длина листьев – 1,5–2 см. Метёлка продолговатая. Корзинки сидячие. Цветёт в августе, плодоносит в ноябре [6].

Растёт на глинистых и щебнистых склонах предгорий и нижнего пояса гор, образуя обширные заросли, и характеризуется как растение, образующее самостоятельную формацию. Территория произрастания – от Гиндывара до Арчмана общей площадью не менее 300 тыс. га [3,4,6].

Надземная масса содержит до 1,85 % эфирного масла, в котором присутствуют пинен, лимонен, цинеол (20), камфора (35), борнеол, терпинеол (15 %) [5].

Большое содержание камфоры позволяет использовать это растение как источник получения сырья в промышленных масштабах.

В туркменской народной медицине широко используется в виде настоев, отваров, мазей при заболеваниях сердца, ревматизме, ангине, а также как

рвотное и глистогонное средство [2].

Один из промысловых массивов занимает обширную территорию подгорной равнины и низкие предгорья в створе посёлков Бахарден – Бами в западной части Центрального Копетдага. Ключевой участок массива находится в низкогорьях, где, по сравнению с подгорной равниной, развитие растений и их продуктивность в 3–5 раз выше (табл. 2). Здесь растения подразделены (по габитусу куста) на следующие классы: I – крупные (высота – 48–50, диаметр – 60х65 см); II – средние (35–40 и 35х30); III – мелкие (соответственно 25–30 и 20х25 см).

Таким образом, эксплуатационный запас сырья здесь составляет 25 т/100 га, а объём возможной ежегодной заготовки (90 % от него) – 22,5 т.

**Полынь цитваровидная** (*A. ciniformis*) из сем. Астровые – почти голый полукустарник высотой 30–45 см. Эндемик Туркменистана [1,3,4,6]. Корень стержневой, утолщённый, деревянистый. Многолетние побеги укороченные, деревянистые, восходящие, в серовато-бурой шелушащейся коре. Число плодоносящих ветвей – 10–20, они более-менее прямые или у основания дуговидно-изогнутые, сначала опушенные, а со временем голые. Длина листьев – 1,5–3 см, в очертании овальные, дважды-трижды перисто-рассечённые. Метёлка многоцветковая, узкая. Цветёт в сентябре, плодоносит в ноябре [6].

### Урожайность сырьевой массы полыни копетдагской на Арчманском массиве

| Класс | Количество растений на 100 м <sup>2</sup> | Вес сырья с модельного растения, г |    | Урожайность сырья, ц/га |     | Запас сырья, т/100 га |
|-------|---|------------------------------------|----|-------------------------|-----|-----------------------|
|       |   | 1                                  | 2  | 1                       | 2   |                       |
| I     | 14  | 164                                | 61 | 2.3                     | 0.9 | 9                     |
| II    | 22  | 112                                | 41 | 2.5                     | 1.0 | 10                    |
| III   | 20  | 74                                 | 27 | 1.5                     | 0.6 | 6                     |
| Всего | 56  |                                    |    | 6.3                     | 2.5 | 25                    |

Примечание. 1 – в сыром весе; 2 – в сухом.

Растёт на глинистой и щебнистой почве до высоты 2500 м над ур. м., часто совместно с полынью туркменской, но в отличие от неё больших массивов не образует.

Содержание эфирного масла в надземной массе составляет 0,4–0,5 %, а в нём присутствует до 15 % альдегидов и незначительное количество сантонина [5]. Биометрическая характеристика растений аналогична полыни туркменской.

В туркменской народной медицине используют соцветия для приготовления полынного чая, обладающего противоглистным эффектом. Кроме того, изготавливают полынное масло, применяемое при лихорадке, водянке, укусах скорпиона или каракурта [2].

Сырьё используется в пищевой и парфюмерной промышленности.

Продуктивность сырьевой массы определялась нами в районе горного массива Душакэредаг (табл. 3).

Эксплуатационный запас сырья – 9 т/100 га, а объём возможной ежегодной заготовки (90 % от него) – 8,1 т.

**Полынь бадхызская** (*A. badhysi*) из сем. Астровые – полукустарник высотой 30–45 см.

Корень стержневой, деревянистый. Бесплодные побеги укороченные, деревянистые в серой коре. Плодоносящие побеги многочисленные, беловойлочные, жёсткие, прутьевидные. Листья густо паутинистопушенные длиной 1–2 см. Метёлка узкопирамидальная. Цветёт в августе, плодоносит в ноябре [6].

Обильно растёт в песчаной и глинистой пустыне, на подгорной равнине и горах. В Центральном Копетдаге отмечено в его крайней юго-восточной части, тогда как в Восточном доминирует повсеместно, занимающая площадь более 200 тыс. га.

Химический состав практически не изучен. Надземная масса растения используется в производстве безалкогольных напитков.

В туркменской народной медицине зелёную часть используют при анемии и других заболеваниях [7].

Продуктивность сырьевой массы в районе Маныша, где растение образует практически чистые заросли на фоне эфемеретума, составляет 8 т/100 га, а объём возможной ежегодной заготовки – 8,2 т.

Лекарственно-техническим сырьём у описанных видов полыней являются верх-

Таблица 3

### Урожайность сырьевой массы полыни цитваровидной на массиве Душакэредаг

| Класс | Количество растений на 100 м <sup>2</sup> | Вес сырья с модельного растения, г |    | Урожайность сырья, ц/га |     | Запас сырья, т/100 га |
|-------|---|------------------------------------|----|-------------------------|-----|-----------------------|
|       |   | 1                                  | 2  | 1                       | 2   |                       |
| I     | 4   | 131                                | 48 | 0,5                     | 0,2 | 2                     |
| II    | 11  | 104                                | 39 | 1,1                     | 0,4 | 4                     |
| III   | 13  | 68                                 | 25 | 0,9                     | 0,3 | 3                     |
| Всего | 28  |                                    |    | 2,5                     | 0,9 | 9                     |

Примечание. 1 – в сыром весе; 2 – в сухом.





ние части надземных побегов с листьями и цветочными корзинками. Заготовку проводят в фазу бутонизации: в августе – сентябре. В одновидовых, «чистых» полыньниках сбор сырья можно проводить механизировано, а на сильно заросших другой растительностью участках – вручную. Стебли срезаются на высоте 5–10 см от почвы, чтобы длина срезанных побегов не превышала 25 см. Собранный сырьё сначала подсушивают (1–2 дня) в небольших валках, а затем досушивают в тени при хорошей вентиляции. Выход сухого сырья составляет 34–40 % от заготовленной массы. Содержание влаги в нём не должно превышать 13 %, а органических и минеральных примесей – не более 2 %. Сырьё имеет горький вкус и характерный запах.

Запасы сырья многих видов полыней (при условии их рациональной эксплуатации) практически неисчерпаемы. Однако следует помнить, что по своей природе и

биоэкологическим признакам полыни являются преимущественно мезотермами с ясно выраженной стадией летнего покоя и существующими только за счёт атмосферной влаги. Поэтому состояние полыньников (годовая продукция, биологический запас сырьевой массы) зависит от метеорологических условий года. Продуктивность надземной фитомассы многих видов во влажные годы может быть в 10 и более раз выше по сравнению с маловодными и сухими. В этой связи исключительно важно прогнозировать урожайность полынных сообществ и стратегию их использования в разные годы, правильно проводить заготовку сырья, регулировать на территории произрастания выпас животных и др. Надёжная основа для этого – комплексные исследования ресурсов лекарственных растений Центрального Копетдага.

Дата поступления

1 марта 2022 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Акмурадов А. Аннотированный список эндемичных растений Туркменистана // Современные научные исследования и разработки. 2016. № 6 (6).
2. Акмурадов А., Шайымов Б.К., Гельдимурадов А.Б. и др. Эндемичные лекарственные растения Юго-Западного Копетдага, применяемые в туркменской народной медицине // Сиб. мед. журн. 2016. Т. 140. № 1.
3. Камахина Г.Л. Полыни (*Artemisia* L., *Asteracea*) Копетдагского государственного заповедника и сопредельных участков // Изв. АН ТССР. Сер. биол. наук. 1989. № 1.
4. Камахина Г.Л. Флора и растительность Центрального Копетдага (настоящее, прошлое и будущее). Ашхабад, 2005.
5. Каррыев М.О., Артемьева М.В., Баева Р.Т. и др. Фармакохимия лекарственных растений Туркменистана. Ашхабад: Ылым, 1991.
6. Никитин В.В., Гельдиханов А.М. Определитель растений Туркменистана. Л.: Наука, 1988.
7. Шайымов Б.К., Муратназарова Н.А., Акмурадов А. и др. Эндемичные лекарственные растения Туркменистана, применяемые при анемии во время беременности // Молодой учёный. 2020. № 13 (303).

A.A. AKMURADOV, D.G. GADAMOV, B.R. BERDIYEV

## MERKEZI KÖPETDAGYŇ KÄBIR ÝOWŞANLARYNYŇ DERMANLYK ÇIG MAL BAÝLYKLARY

Merkezi Kopetdagyň ýowşanlarynyň käbir görnüşleriniň baýlyk mümknçilikleri barada maglumatlar berilýär. Agzalan görnüşleriň farmasewtikada we azyk senagatynda, hususan-da, dürli alkogolsyz içgileriň resepturasynda giňden peýdalanmaklygyň mümkinçilikleri görkezilýär. Bu ösümlikleriň ep-esli baýlyk möçberine garamazdan, hasyllylygyň çaklamasyny we ýylyň howa şertleriniň aýratynlyklarynyň göz önünde tutulyp, çig maly taýýarlamagyň tehnikasyna degişli ýörite gözükdirijiniň işläp taýýarlanylmagynyň zerurdygy aýratyn bellenilýär.

A.A. AKMURADOV, D.G. GADAMOV, B.R. BERDIYEV

## MEDICINAL RAW MATERIALS OF SOME WORMWOOD OF THE CENTRAL KOPETDAG

Data on the resource potential of some types of sagebrush of the Central Kopetdag are presented. The possibility of their wide use in pharmaceuticals and the food industry, in particular, in the formulation of various soft drinks, is shown. It is particularly noted that, despite the significant amount of resources of these plants, it is necessary to develop special instructions on the technique of harvesting raw materials, taking into account the forecast of yield and climatic features of the year.

## ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ КОЙТЕНДАГА

Приводятся результаты исследований по фауне и экологии панцирных клещей Койтендага, обитающих в почве, подстилке, муравейниках и термитниках.

В рассматриваемом регионе установлено обитание 28 видов клещей, в числе которых 13 новых для фауны Туркменистана. Показана их роль в разложении растительных остатков и процессе почвообразования.

На сегодняшний день в мире установлено обитание более 7000 видов свободноживущих панцирных клещей, из них в Туркменистане – 72. Климатические условия нашей страны обуславливают их видовое и численное преобладание над другими группами членистоногих [5,7,8,11,14, 16–18]. Местами их распространения являются пустынные и горные ландшафты [1,2,4,6,10,12,13,15,19].

Исследования об обитании этих клещей в почвах Койтендага ранее не проводились. Впервые мы провели здесь полевые наблюдения в 1993–1995 и 2014–2015 гг. Исследовали ущ. Ходжайлгазбаба, Дарай-дере, Умбардере, Булакдере, окрестности сёл Койтен и Ходжапильата, пещер Капкутан и Хашимоюк, где взяли образцы почв в объёме 1 дм<sup>3</sup>. Клещей извлекали из почвы и других субстратов с помощью термоэлектратора [3], а материал обрабатывали методом Берлезе – Тульгрена.

Всего было проанализировано 400 образцов почвы из-под деревьев и кустарников, а также собраны и обработаны пробы из подстилки, гниющих растительных остатков, пищевых запасов, находившихся в гнёздах муравьёв и термитниках. Извлечено и зафиксировано в этиловый спирт 27500 экз. клещей. Перед заливкой в препарат их перенесли из спирта в 5–10 %-ный КОН, после чего цвет клещей изменился сначала на красный, потом коричневатый (пыль с поверхности тела насекомых исчезла). Хранились исследуемые

особи в 70–80 %-ном растворе этилового спирта и 1–2 %-ного глицерина. Вид определяли посредством монтирования с помощью стереомикроскопа в жидкость Фора – Берлезе. Было приготовлено 360 микропрепаратов (таблица). Морфологическое исследование их проводилось под микроскопами МБИ-3 и Биолам.

В процессе исследований выявлено обитание 28 видов панцирных клещей, из которых 13 новых для фауны Туркменистана. Установлено, что древний горный биоценоз региона богат экологически пластичными и специфичными для аридных условий таксонами [3]. В отложениях верхней юры были найдены ископаемые остатки мезозойских орибатид, к числу редких находок в составе акарофауны почв аридных ландшафтов относятся зетомотрихиды *Pallidacarus tichomirovi* и *Turkmenitrichus caverkiculus*, имеющие ряд архаичных морфологических признаков. Реликтами аридных экосистем позднего мела являются представители семейства *Zetomotrichidae*, а также палеарктические виды аридных ландшафтов побережий Средиземного моря Тетис [6].

Клещи образуют в почве отдельные популяции в местах скопления растительных остатков, выполняя при этом определённую роль в процессе гумификации. Обнаруженные нами 15 видов панцирных клещей имели размер 250–700 мкм. Продолжительность их жизни – в среднем 270–300 дней, дают 6–7 поколений (самка откладывает в среднем 30–50 яиц). В цикле развития

**Видовой состав и стациональное распределение  
панцирных клещей (Acarina: Oribatida) в Койтандаге**

| Семейство/Вид   | Почва     | Под-стил-ка | Термит-ник | Мура-вейник |
|---|-----------|-------------|------------|-------------|
| <b>Sphaerochthoniidae Grandjean, 1947</b><br><i>Sphaerochthonius splendidus</i> Berlese, 1904                     | -         | -           | +          | -           |
| <b>Cosmochthoniidae Grandjean, 1947</b><br><i>Cosmochthonius plumatus</i> Berlese, 1910*                          | ++        | ++          | -          | -           |
| <b>Brachychthoniidae Thor, 1934</b><br><i>Brachychthonius cricoides</i> Weis-Fogh, 1948*                          | +++       | -           | -          | ++          |
| <i>B. bimaculatus</i> Willmann, 1936  | ++        | ++          | -          | -           |
| <i>B. berlesei</i> Willmann, 1928*  | ++        | -           | -          | +++         |
| <i>Sellnickochthonius immaculatus</i> Forsslund, 1942   | +         | -           | -          | -           |
| <b>Lohmanniidae Berlese, 1916</b><br><i>Asiacarus elongates</i> D. Krivolutsky, 1971*                             | ++        | ++          | -          | -           |
| <i>Cryptacarus promecus</i> Grandjean, 1950*  | +++       | ++          | -          | ++          |
| <b>Gymnodamaeidae Grandjean, 1965</b><br><i>Allodamaeus hispanicus</i> Grandjean, 1928                            | -         | -           | +          | +           |
| <i>Gymnodamaeus bicostatus</i> C.L. Koch, 1840  | +         | -           | -          | +           |
| <b>Belbidae Willmann, 1931</b><br><i>Belba meridionalis</i> Bulanova-Zachvatkina, 1962                            | ++        | ++          | -          | -           |
| <i>Metabelba pulverulenta</i> C.L.Koch, 1836*   | -         | -           | -          | ++          |
| <b>Ceratoppiidae M. Kunst, 1971</b><br><i>Pyroppia tajicistanica</i> Krivolutsky et Christov, 1970                | -         | -           | -          | +           |
| <b>Microzetidae Grandjean, 1936</b><br><i>Microzetes arenarius</i> D.Krivolutsky, 1966*                           | +++       | +++         | -          | -           |
| <b>Oppiidae Sellnick, 1937</b><br><i>Oppia cylindrica</i> Perez-Inigo, 1964                                       | +         | -           | -          | -           |
| <b>Micreremidae Grandjean, 1954</b><br><i>Micreremus gracilior</i> Willmann, 1931*                                | -         | -           | -          | ++          |
| <b>Passalozetidae Grandjean, 1954</b><br><i>Passalozetes africanus</i> Grandjean, 1932*                           | -         | -           | +          | +           |
| <i>P. elegans</i> Sitnikova, 1975   | -         | -           | +          | +           |
| <i>P. hispanicus</i> Mihelcic, 1955   | -         | -           | +          | +           |
| <b>Zetomotrichidae Grandjean, 1934</b><br><i>Pallidacarus tichomirovi</i> D.Krivolutsky, 1975                     | +         | +           | -          | +           |
| <i>Turkmenitrichus caverkiculus</i> Krivolutsky et Karppinen, 2006  | -         | -           | +          | +           |
| <b>Oribatellidae Jacot, 1925</b><br><i>Tectoribates ornatus</i> Schuster, 1958*                                   | +         | +           | -          | -           |
| <b>Plateremaeidae Tragardh, 1931</b><br><i>Pedrocortezia fusca</i> Rjabinin, 1986*                                | -         | -           | -          | +           |
| <i>P. stellata</i> Rjabinin, 1986*  | -         | -           | -          | +           |
| <b>Punctoribatidae Thor, 1937</b><br><i>Punctoribates punctum</i> C.L.Koch, 1839                                  | ++        | ++          | -          | -           |
| <b>Galumnidae Grandjean, 1936</b><br><i>Galumna obvia</i> Berlese, 1915   | -         | -           | -          | ++          |
| <b>Protoplophoridae Grandjean, 1965</b><br><i>Cryptoplophora asiatica</i> Gordeeva, Niemi, Petrova-Nikitina, 1998 | -         | -           | +          | -           |
| <b>Trhypochthoniidae Willmann, 1931</b><br><i>Trhypochthonius tectorum</i> Berlese, 1896*                         | +         | ++          | -          | -           |
| <b>Всего</b>  | <b>15</b> | <b>10</b>   | <b>7</b>   | <b>16</b>   |

Примечание. \* – новые для фауны Туркменистана; +++ – многочисленные; ++ – обычные; + – редкие.

у многих видов нормальное половое размножение чередуется с партеногенезом [9]. Такое интенсивное размножение является главным фактором их доминирования

по численности и биомассе среди почвенных беспозвоночных животных горных экосистем.

Специфичность фауны панцирных кле-



щей гор, по сравнению с пустынными видами, заключается в высоком значении коэффициента Серенсена (10,4 %). Их тело защищено прочным склеротизованным хитиновым покровом, что позволяет им противостоять неблагоприятному внешнему воздействию. Активность проявляют со второй половины марта до конца ноября. Пик численности орибатид (25–30 экз./дм<sup>3</sup>) отмечается в середине мая и октября, а наименьшее их количество (2–7 экз./дм<sup>3</sup>) регистрируется в июне, что обусловлено недостатком влаги и пищевых ресурсов в почве.

Наиболее часто клещи встречаются в верхнем 10–20-сантиметровом слое почвы и подстилке, являющейся основным источником их пищи. Для её перегнивания необходимы определённые условия: она должна пройти первоначальную обработку микроорганизмами, после чего станет пригодной для использования в пищу сапрофитными членистоногими. Виды *Microzetes arenarius*, *Cryptacarus promecus*, *Brachychthonius cricoides* весной и осенью образуют массовые скопления в верхних слоях почвы, содержащих большое количество органических остатков растительного происхождения. Панцирные клещи – сапрофиты: питаются гниющей растительной органикой, почвенными грибами и другими микроорганизмами – детритофагами. В зависимости от влажности почвы и количества в ней растительных остатков эти насекомые вертикально мигрируют из более глубоких слоёв к поверхности и наоборот. Оптимальная влажность почвы для нормального развития клещей составляет 5 – 25 %. Наиболее устойчивы к её изменению виды *Cosmochthonius plumatus*, *Brachychthonius bimaculatus*, *Asiacarus elongates*, *Belba meridionalis*, *Trhypochthonius tectorum*, *Tectoribates ornatus*, *Pallidacarus tichomirovi*, *Microzetes arenarius*, *Cryptacarus promecus*.

Обитание 7 видов клещей орибатид зафиксировано нами в термитнике (*Anacanthotermes ahngerianus* Jacobson, 1904), куда их привлекают благоприятный микроклимат и наличие пищи.

Мирмекофильные панцирные клещи обнаружены нами в гнёздах 8 видов муравьёв. Всего в них зарегистрировано 16 видов орибатид, выявлены очаги их размножения. В ходе исследований выделены 2 экологические группы мирмекофильных клещей: детритофаги и зоонекрофаги. К мирмекофильным детритофагам относятся *Brachychthonius cricoides*, *B. berlesei*, *Cryptacarus promecus*, *Allodamaeus hispanicus*, *Gymnodamaeus bicostatus*, *Pedrocortezia fusca*, *P. stellata*, *Pyroppia tajicistanica*, *Micreremus gracilior*, *Passalozetes africanus*, *P. legans*, *P. hispanicus* и *Galumna obvia*. Они обнаружены нами в гнёздах муравьёв, питающихся семенами травянистых растений *Messor variabilis*, *M. excursionis*, *M. aralocaspius* и *Pheidole pallidula*.

К группе мирмекофильных зоонекрофагов относятся виды *Pallidacarus tichomirovi*, *Turkmenitrichus caverkiculus* и *Metabelba pulverulenta*, обнаруженные в гнёздах муравьёв *Cataglyphis setipes*, *Tetramorium schneideri*, *Crematogaster subdentata* и *Camponatus turkestanicus*, питающихся мёртвыми насекомыми. Возможно, что образование двух экологических групп клещей, обитающих в муравейниках, связано с типом их питания. Взаимоотношения панцирных клещей и муравьёв имеют характер комменсализма. Муравейники являются своеобразным многокомпонентным микробиоценозом.

Таким образом, среди обнаруженных нами в Койтендаге клещей, есть виды с архаичными морфологическими признаками, что свидетельствует об их реликтовости, а 15 таксонов доминируют по численности. В муравейниках выявлено 16 видов. Топические связи свободноживущих панцирных клещей с муравьями и термитами в горных условиях являются первичными по отношению к трофическим. Благоприятный микроклимат и обилие пищи в муравейниках и термитниках привлекают сюда различные группы клещей, в том числе панцирных.

Дата поступления  
17 ноября 2021 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Баяртогтох Б.* Панцирные клещи Монголии (Acari: Oribatida). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010.
2. *Буланова-Захваткина Е.М.* Новые орибатидные клещи (*Oribatei, Mixonomata*) из термитников в Средней Азии // Энтомологическое обозрение. 1978. Т. 57. Вып. 4.
3. *Гиляров М.С.* Методы количественного учёта почвенных клещей // Определитель обитающих в почве клещей. М.: Наука, 1978.
4. *Криволицкий Д.А.* О панцирных клещах (*Oribatei, Acariformes*) почв Средней Азии // Зоол. журн. 1966. Т. 45. № 11.
5. *Криволицкий Д.А.* Панцирные клещи в почвах под лесными насаждениями Туркмении // Насекомые как компоненты биогеоценозов саксаулового леса. М.: Изд-во АН СССР, 1975.
6. *Криволицкий Д.А., Карпинен Э.* Панцирные клещи семейства *Zetomotrichidae* в аридном поясе Палеарктики // Аридные экосистемы. 2006. Т. 12. № 29.
7. *Криволицкий Д.А., Ягдыев А.* Материалы по фауне панцирных клещей (*Acariformes, Oribatei*) Туркмении // Изв. АН ТССР. Сер. биол. наук. 1973. № 5.
8. *Ланге А. Б.* *Ghilarovella demetrii* Lange, gen. nov. et sp. nov. – новый род и вид палеокароидных клещей (Palaeasaroidea, Stenacaridae) из Туркменистана // Вестник МГУ. 1974. № 1.
9. *Рябинин Н.А., Панков А.Н.* Роль партеногенеза в биологии панцирных клещей // Экология. 1987. № 4.
10. *Христов В.В.* Фауна и ландшафтное распределение панцирных клещей Таджикистана // Зоол. журн. 1973. Т. 62. № 4.
11. *Хыдыров П.Р.* Панцирные клещи Юго-Восточных Каракумов // Пробл. осв. пустынь. 2021. № 1-2.
12. *Штанчаева У.Я., Субиас Л.С., Кременица А.М.* Новые данные о фауне панцирных клещей Oribatida Северного Кавказа // Экология животных. 2018. Т. 13. № 2.
13. *Farzaneh T., Akrami M.* Oribatid mites (Acari: Oribatida) of Mashhad township, Razavi Khorasan province, Iran // Linzer boil. Beitr. 2016. Vol. 48. № 1.
14. *Gordeeva E., Niemi R., Petrova-Nikitina A.D.* A new species *Sphaerochthonius spectabilis* sp. n., of Sphaerochthoniidae (Acarina, Oribatida) from a termite nest (*Anacanthotermes ahngerianus* Jac.) in the southwestern Turkmenistan Desert // Acarologia. 1996. Vol. 37. № 3.
15. *Iranpoor A., Akrami M.* Oribatid mites (Acari: Oribatida) from the biosphere reserve Dashte Arjan and Parishan, and Chehel Cheshmeh region (Fars Province) // Persian Journal of Acarology. 2016. Vol. 5. № 3.
16. *Khydyrov P.R.* The soil-dwelling mites of Eastern Turkmenistan // Allerton Press. Ins. Problems of Desert Dewelopment. New York, 2001.
17. *Khydyrov P.R., Khaustov A.A.* On biodiversity of tarsonemine mites (Acarina: Heterostigmata, Tarsonemina) of Koytendag // Abstracts of reports of the International Scientific Conference “Turkmen nature: Undiscovered miracles of the Koytendag”. Ashgabat: Ylym, 2012.
18. *Petrova-Nikitina A.D.* Acarofauna structure of the *Anacanthotermes ahngerianus* Jac. nests in southwestern Turkmenistan (Acari; Isoptera) // Proceedings of the 9th International Colloquium of Soil Zoology, Moscow: Nauka Press, 1987.
19. *Subias L.S.* Listado sistemático, sinonímico y biogeográfico de los ácaros oribátidos (Acariformes: Oribatida) Del mundo // Originally published in Graellsia. 2016. № 60.

P.R. HYDYROW

### KÖYTENDAGYŇ ÇANAKLY SAKYRTGALARY

Köytendagda – toprakda, ösümlikleriň ýaprak düşeklerinde we sarygarynjalaryň gurýan öýjagazlarynda hem-de garynjalaryň hinlerinde - ýaşayan çanakly sakyrtygalaryň faunasyny we ekologiýasyny öwrenmegiň netijeleri baradaky maglumatlar getirilýär.

Barlag geçirilen ýerde sakyrtygalaryň 28 görnüşiniň ýüze çykarylandygy, şol sanda olaryň 13 görnüşiniň Türkmenistanyň faunasyna ilkinji gezek hasaba alnandygy bellenilýär. Çanakly sakyrtygalaryň toprakdaky ösümlük galyndylaryny dargatmaktaky we toprak emele getirmektäki ähmiýeti beýan edilýär.

P.R. HYDYROV

### ORIBATID MITES OF THE KOYTENDAG MOUNTAIN

The results of studying the fauna and ecology of oribatid mites, inhabiting in the soil, in the bedding, in the anthills and in the termitaries of the Koytendag mountains are revealed. It is noted that 28 species of mites have been identified in the investigated region, the 13 new species of them are registered, for the first time, in the fauna of Turkmenistan. The significance of mites in the decomposition of plant residues and in soil-forming processes is stated.

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В СРЕДНЕВЕКОВОМ ТУРКМЕНИСТАНЕ

*Приводятся данные об эксплуатации гидротехнических сооружений средневековья, в частности, каналов, в условиях аридной зоны с её климатическими и региональными особенностями и методах предотвращения их разрушений.*

Все гидротехнические сооружения средневекового Туркменистана отличаются не только относительная простота конструкций, но и рациональность функционального назначения, выработанная многовековым опытом их создателей и эксплуатации.

Средневековые источники свидетельствуют, что гидротехнические сооружения возводились с учётом воздействия на них внешних факторов (скорость течения и температура воды, атмосферные осадки, ветер, солнечная радиация, сейсмическая характеристика территории и др.) и при этом огромное внимание уделялось надёжности их основания при эксплуатации.

Водная среда оказывает как механическое воздействие – статистическое (давление воды и грунта, отложение наносов перед сооружениями и др.) и динамическое (удар потока, плавающих предметов, гидравлический удар, сейсмическая характеристика территории), так и биологическое (гниение различных предметов, зарастание водорослями, обрастание моллюсками и др.).

В условиях нестабильности уровня воды и воздействия атмосферы интенсивно разрушается и дерево, которое может сохранять прочность в ней десятки лет [3], а поскольку оно использовалось при создании гидросооружений, все деревянные элементы гидроузлов, участки обкладки каналов хворостом, водомерные доски, решётки и шлюзовые заборы пропитывались нефтепродуктами.

Динамическое давление на элементы гидротехнических сооружений оказывают

волны. Нагон и накат волны может привести к переливу воды через гребень грунтовой плотины и её разрушению. На изменение режима работы гидротехнических сооружений оказывают влияние лёд и даже его мелкие частицы (шуга), образующиеся при понижении температуры. Шуга может забивать сечение русла водотока, образуя выше по течению подпор.

Воздействие множества факторов на гидротехнические сооружения требовало постоянных наблюдений за их состоянием и проведения профилактических мероприятий, позволяющих обеспечить их надёжную работу.

В первые годы эксплуатации (5–7 лет) возникали сбои, так как отдельные элементы сооружений «прирабатывались», но затем наступал период стабилизации [3]. Со временем эти элементы и сами сооружения теряют требуемые эксплуатационные качества в связи с их старением или износом. Физическое старение сооружений сопровождается утратой первоначальных физико-технических характеристик (прочность, устойчивость, водонепроницаемость), моральное же является результатом технологического несоответствия требованиям времени. В средние века имел место только физический фактор, и он был обусловлен интенсивной эксплуатацией гидротехнических сооружений.

В связи с этим для решения возникающих в процессе их эксплуатации проблем и бесперебойного обеспечения населения водой действовала специальная служба, история создания которой уходит своими корнями

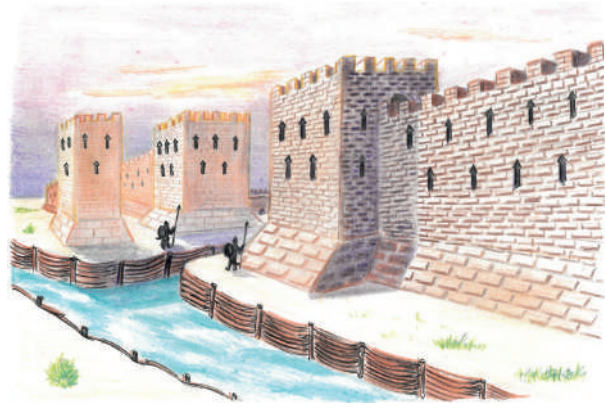
ми во времена существования древнейших цивилизаций Туркменистана [1,4].

Основными задачами этой службы являлись: обеспечение нормальной работы сооружения; ежедневное оперативное управление техническими устройствами гидроузлов в целях создания необходимого запаса воды и обеспечения возможностей её подачи потребителям; систематическое наблюдение и соответствующая профилактика; реконструкция и усовершенствование их работы в целях повышения надёжности и высвобождения дополнительных водных ресурсов [3]. Надёжность работы сооружений обеспечивалась учётом геологических, гидрологических, климатических и технологических характеристик. Этим занималось специальное ведомство – Диван воды (*Диван-и ал-ма*). В его функции входило обеспечение бесперебойности снабжения водой посредством управления её использованием, строительства и поддержания технического состояния гидросооружений, соблюдение своевременной оплаты налогов и взимания штрафов, а также проведение ритуалов и обрядов, связанных с водой [2].

Для поддержания бесперебойной работы гидросооружений действовала система мер (профилактика, текущий, капитальный и послеаварийный ремонт и др.).

Текущий ремонт проводили ежегодно, исправляя повреждения отдельных элементов конструкции, но, как правило, без их замены. Содержание и текущий ремонт таких крупных магистральных каналов, как, например, Мервская магистраль, предусматривали целый ряд работ. В частности, проводилась очистка от заиления, удалялся грунт после обвалов, оползней и размыва дождями, устранялись повреждения, нанесённые ветром, исправлялись деформация сечения каналов и нарушения их придонного уклона, профилировалось внутреннее сечение, осуществлялись подсыпка и планировка дамб, удалялась растительность с откосов, приводилась в порядок облицовка, восстанавливались крепления и мн. др.

Постоянные визуальные наблюдения позволяли заблаговременно обнаружить дефекты и нарушения в работе гидросооружений. О них немедленно докладывалось руководителю подразделения службы эксплуатации, каковым являлся мираб данного сооружения, и далее шло по



«инстанциям» вплоть до Дивана воды.

При визуальных наблюдениях также уделяли большое внимание состоянию ливнеотводящей сети: канав для сточных вод, берегов, оврагов в районе гидроузла.

Очень важно было вести наблюдение за фильтрацией. В местах сосредоточенной фильтрации устраивались неглубокие канавки для отвода и измерения расхода отфильтрованной воды. При этом обращалось внимание на появление мутности, глинистых частиц, отложений песка. В осенне-зимний период в местах выхода сосредоточенной фильтрации возникали наледи, которые образовывались также у подошвы низового откоса плотины, в устье дренажных систем.

Наблюдение за состоянием облицовки и креплений грунтовых сооружений проводилось ежедневно, а при ухудшении погодных условий – несколько раз в день. Особое внимание обращали на вынос гравийно-песчаной подготовки или грунта из-под деревянной «одежды» через щели, образование промоин под облицовкой в результате затекания дождевой воды, движение грунтовых вод, появление ходов землеройных животных, строительные дефекты.

Строго контролировался режим наполнения каналов в пусковой период, во время их эксплуатации и опорожнения. Процесс наполнения канала в пусковой период и в начале его эксплуатации требовал особого контроля, особенно, если он был проложен в просадочных грунтах. Интенсивность их размыва сильно зависела не только от его физико-механического состояния, но и от уровня влажности. Поэтому в пусковой период канал заливали по участкам, отделённым временными дамбами. В процес-



се наполнения следили за состоянием дна, откосов и дамб, так как в суглинистых грунтах появлялись трещины.

Наполнение канала после ремонта осуществлялось посредством постепенной подачи воды с незначительной волной и под непрерывным контролем его состояния.

Для прекращения подачи воды на участок канала сравнительно большой протяжённости сначала закрывали вышерасположенный водопропускной пункт, а спустя некоторое время – нижерасположенный. Это делалось во избежание перелива воды в нижней части, который возможен при неправильном её распределении, некачественном выполнении земляных работ, зарастании русла канала и попадании в него значительного объёма ливневого и селевого стока весной или осенью, а также зимних заторах.

Зная длину участка канала, определив его ширину по урезу воды и глубину потока, можно установить расход ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) её фильтрации:

$$Q_f = 0,0116 \times k_f (B + 2d_c) L_c,$$

где  $k_f$  – коэффициент фильтрации,  $\text{м}/\text{сут}$ ;

$B$  – ширина канала по урезу воды,  $\text{м}$ ;  $d_c$  – глубина потока,  $\text{м}$ ;  $L_c$  – длина участка канала,  $\text{км}$  [3].

Большой проблемой было зарастание каналов рдестом гребенчатым, тростником, камышом и др., что приводило к увеличению сопротивляемости тока воды (в 2 раза и более) и значительно уменьшало их пропускную способность, а, соответственно, и скорость движения воды, что приводило к интенсивному заилению [3].

Правильная эксплуатация сооружений водозаборного узла предопределяла эффективность и надёжность их работы, а также увеличивала срок службы.

Таким образом, изучение истории создания и развития гидротехнических сооружений средневекового Туркменистана свидетельствует о существовании их с древнейших времён, а опыт эксплуатации – о совершенствовании с течением времени и накоплении бесценных знаний в этой области [5].

Дата поступления

22 декабря 2020 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алтунин В.С. Мелиоративные каналы в земляных руслах. М., 1979.
2. Билалов А.И. Из истории ирригации Уструшаны // Материальная культура Уструшаны. Вып.4. Душанбе, 1980.
3. Кавешников Н.Т. Эксплуатация и ремонт гидротехнических сооружений. М., 1989.
4. Ляпин А.А. Первые плотины на Мургабе // Мерв в древней и средневековой истории Востока. Вып. V. Мары, 1994.
5. Нургелдиев Я., Ходжаниязов Т. Городские водохранилища средневекового Мерва // Мерв в древней и средневековой истории Востока. Вып.V. Мары, 1994.

Ў. NURGELDIYEW

## ORTA ASYR TÜRKMENISTANYNYŇ GIDROTEHNIKI DESGALARYNYŇ ULANYLYŞY

Orta asyr gidrotehnikisi desgalarynyň, aýratyn-da akabalarynyň, klimat we sebit aýratynlyklary bilen bilelikdäki gurak zolagyň şertlerinde ulanylyşy, şeýle hem bu desgalaryň tozup gitmeginiň önüniň alynlymagynyň usullary barada maglumatlar berilýär.

Ya. NURGELDIYEV

## SERVICE CONDITIONS OF HYDRAULIC ENGINEERING CONSTRUCTIONS IN MEDIEVAL TURKMENISTAN

Data about operation of hydraulic engineering constructions of the Middle Ages, in particular, channels, in the conditions of an arid zone with its climatic and regional features and methods of prevention of their destructions is cited.





## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

DOI: 552.5(212.7)(575.4)

**С.А. РЕДЖЕПОВ**

Туркменский государственный университет  
им. Махтумкули

### ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЕСКОВ В ЗОНЕ ТУРКМЕНДЕРЬИ

*Приводятся данные исследований развития процессов дефляции и зарастания барханных песков в зависимости от их водно-физических и химических свойств.*

*Показано, что на основе этих данных можно составить почвенно-мелиоративные карты рассматриваемого региона и разработать мероприятия по лесомелиоративному освоению этих территорий.*

Изучение водно-физических и химических свойств барханных песков, granulометрического состава и обогащения пылеватыми частицами важно для прогнозирования развития процессов их дефляции и зарастания. Ранее уже были получены данные о водно-физических и химических свойствах песков вдоль трассы Туркмендерьи, которые несколько отличаются от результатов наших исследований [1].

Известно, что объёмный и удельный вес песка зависит от его минералогического состава, пористости, влажности и других свойств. Чем тяжелее минералы и чем больше их содержание в песке, тем выше его объёмный и удельный вес [2]. Для техногенных песков рассматриваемого района эти показатели неодинаковы. В зависимости от механического состава и степени отсортированности объёмный и удельный вес песков колеблется в пределах 1,39–1,161 и 2,59–2,79 г/см<sup>3</sup> – соответственно. Содержание гигроскопической влаги в них изменяется от 0,10 до 0,57 %, а водно-растворимых солей и органического вещества в двухметровой толще песка составляет: 1,01–

2,15 – CO<sub>2</sub> (карбонаты); 2,30–4,90 – Ca CO<sub>3</sub>; 0,042–0,739 – CaSO<sub>4</sub> (2H<sub>2</sub>O); 0,023–0,413 – SO<sub>4</sub> (гипс) (табл. 1).

Зарастание барханных песков зависит от количества усваиваемых растениями водно-растворимых солей. К числу легкорастворимых относятся хлориды натрия, магния, кальция, сульфаты натрия и магния, карбонаты, нитраты и нитриты, аммонийные соли и т.д.

Количественные показатели водно-растворимых солей (табл. 2) свидетельствуют, что профиль барханных песков в целом не засолен или слабо засолен. Тип засоления сульфатный и хлоридно-сульфатный. Сухой остаток солей в вытяжке составляет в среднем 0,1–0,2%.

Незначительное содержание водно-растворимых солей в барханных песках по трассе Туркмендерьи обусловлено, главным образом, их выносом при перевевании, а также отсутствием источника поступления. Содержание хлор-иона в водной вытяжке составляет 0,004–0,038 %; сульфатов – 0,031–0,140; кальция – 0,002–0,005; магния 0,001–0,003; натрий-калия – 0,008–0,085 %. В заросших песках эти показатели больше.

## Водно-физические свойства песков в зоне р. Туркмендерья

| Глубина<br>разреза, см | Место<br>взятия<br>образца,<br>км | Вес, г/см <sup>3</sup> |               | Гигроско-<br>пическая<br>влага,<br>% | СО <sub>2</sub><br>(карбо-<br>наты) | СаСО <sub>3</sub> | SO <sub>4</sub><br>(гипс) | СаSO <sub>4</sub><br>(2H <sub>2</sub> O) |
|------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------------|--|
|                        |                                   | удель-<br>ный          | объём-<br>ный |                                      |                                     |                   |                           |  |
| <b>Р-1</b>             |                                   |                        |               |                                      |                                     |                   |                           |  |
| 0–50                   | 135-й                             | 2,70                   | 1,47          | 0,17                                 | 1,54                                | 3,50              | 0,173                     | 0,310                                    |
| 50–100                 |                                   | 2,65                   | 1,44          | 0,57                                 | 1,62                                | 3,70              | 0,155                     | 0,277                                    |
| 100–150                |                                   | 2,72                   | 1,44          | 0,21                                 | 1,36                                | 3,10              | 0,130                     | 0,233                                    |
| 150–200                |                                   | 2,66                   | 1,39          | 0,22                                 | 1,32                                | 3,01              | 0,216                     | 0,386                                    |
| <b>Р-2</b>             |                                   |                        |               |                                      |                                     |                   |                           |  |
| 0–50                   | 129-й                             | 2,69                   | 1,59          | 0,17                                 | 1,30                                | 3,01              | 0,061                     | 0,110                                    |
| 50–100                 |                                   | 2,71                   | 1,61          | 0,41                                 | 1,18                                | 2,70              | 0,276                     | 0,493                                    |
| 100–150                |                                   | 2,68                   | 1,42          | 0,16                                 | 1,58                                | 3,60              | 0,193                     | 0,345                                    |
| 150–200                |                                   | 2,68                   | 1,54          | 0,52                                 | 1,37                                | 2,90              | 0,023                     | 0,042                                    |
| <b>Р-3</b>             |                                   |                        |               |                                      |                                     |                   |                           |  |
| 0–50                   | 105-й                             | 2,67                   | 1,44          | 0,51                                 | 1,90                                | 4,50              | 0,291                     | 0,339                                    |
| 50–100                 |                                   | 2,71                   | 1,42          | 0,57                                 | 1,84                                | 4,20              | 0,154                     | 0,121                                    |
| 100–150                |                                   | 2,79                   | 1,52          | 0,24                                 | 2,02                                | 4,60              | 0,113                     | 0,202                                    |
| 150–200                |                                   | 2,69                   | 1,46          | 0,27                                 | 1,45                                | 3,30              | 0,120                     | 0,215                                    |
| <b>Р-4</b>             |                                   |                        |               |                                      |                                     |                   |                           |  |
| 0–50                   | 85-й                              | 2,66                   | 1,44          | 0,16                                 | 2,15                                | 4,90              | 0,224                     | 0,400                                    |
| 50–100                 |                                   | 2,62                   | 1,49          | 0,16                                 | 1,89                                | 4,30              | 0,076                     | 0,136                                    |
| 100–150                |                                   | 2,70                   | 1,50          | 0,15                                 | 1,98                                | 4,50              | 0,094                     | 0,168                                    |
| 150–200                |                                   | 2,62                   | 1,55          | 0,10                                 | 2,11                                | 4,80              | –                         | –  |
| <b>Р-5</b>             |                                   |                        |               |                                      |                                     |                   |                           |  |
| 0–50                   | 50-й                              | 2,68                   | 1,48          | 0,22                                 | 1,76                                | 4,01              | 4,01                      | 0,300                                    |
| 50–100                 |                                   | 2,68                   | 1,49          | 0,13                                 | 2,15                                | 4,90              | 4,90                      | 0,367                                    |
| 100–150                |                                   | 2,68                   | 1,46          | 0,27                                 | 1,58                                | 3,60              | 3,60                      | 0,214                                    |
| 150–200                |                                   | 2,61                   | 1,43          | 0,16                                 | 1,32                                | 3,01              | 3,01                      | 0,607                                    |
| <b>Р-6</b>             |                                   |                        |               |                                      |                                     |                   |                           |  |
| 0–50                   | 30-й                              | 2,61                   | 1,47          | 0,10                                 | 1,14                                | 2,60              | 0,223                     | 0,399                                    |
| 50–100                 |                                   | 2,59                   | 1,49          | 0,20                                 | 1,01                                | 2,40              | 0,133                     | 0,237                                    |
| 100–150                |                                   | 2,61                   | 1,49          | 0,10                                 | 1,05                                | 2,30              | 0,408                     | 0,730                                    |
| 150–200                |                                   | 2,69                   | 1,44          | 0,17                                 | 1,18                                | 2,70              | 0,413                     | 0,739                                    |

Таблица 2

## Химический состав водных вытяжек в зоне Туркмендерья

| Глубина<br>разреза,<br>см | Сухой<br>остаток,<br>% | Состав           |       |                |       |       |       | Засоление   |
|---------------------------|------------------------|------------------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------------|
|                           |                        | НСО <sub>3</sub> | С     | О <sub>4</sub> | Са    | М     | +К    |             |
| 1                         | 2                      | 3                | 4     | 5              | 6     | 7     | 8     | 9           |
| <b>Р-1</b>                |                        |                  |       |                |       |       |       |             |
| 0–50                      | 0,183                  | 0,21             | 0,2   | 0,084          | 0,004 | 0,003 | 0,051 | Слабое      |
| 50–100                    | 0,231                  | 0,21             | 0,014 | 0,123          | 0,004 | 0,002 | 0,068 | Отсутствует |
| 100–150                   | 0,197                  | 0,018            | 0,028 | 0,087          | 0,005 | 0,002 | 0,054 | Слабое      |
| 150–200                   | 0,193                  | 0,019            | 0,038 | 0,071          | 0,005 | 0,001 | 0,058 | ««          |
| <b>Р-2</b>                |                        |                  |       |                |       |       |       |             |
| 0–50                      | 0,197                  | 0,019            | 0,22  | 0,091          | 0,004 | 0,001 | 0,059 | ««          |
| 50–100                    | 0,096                  | 0,017            | 0,009 | 0,040          | 0,005 | 0,002 | 0,022 | ««          |
| 100–150                   | 0,177                  | 0,22             | 0,029 | 0,068          | 0,004 | 0,001 | 0,053 | ««          |
| 150–200                   | 0,205                  | 0,021            | 0,009 | 0,110          | 0,002 | 0,003 | 0,059 | Отсутствует |

| 1          | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9           |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| <b>P-3</b> |       |       |       |       |       |       |       |             |
| 0–50       | 0,109 | 0,019 | 0,019 | 0,035 | 0,004 | 0,001 | 0,030 | Слабое      |
| 50–100     | 0,129 | 0,025 | 0,014 | 0,004 | 0,005 | 0,001 | 0,033 | Отсутствует |
| 100–150    | 0,200 | 0,011 | 0,028 | 0,005 | 0,002 | 0,001 | 0,062 | –«–         |
| 150–200    | 0,175 | 0,191 | 0,038 | 0,005 | 0,004 | 0,001 | 0,015 | Слабое      |
| <b>P-4</b> |       |       |       |       |       |       |       |             |
| 0–50       | 0,200 | 0,019 | 0,006 | 0,082 | 0,005 | 0,001 | 0,085 | Слабое      |
| 50–100     | 0,104 | 0,017 | 0,014 | 0,051 | 0,004 | 0,002 | 0,010 | Сильное     |
| 100–150    | 0,180 | 0,22  | 0,015 | 0,091 | 0,005 | 0,001 | 0,049 | Отсутствует |
| 150–200    | 0,227 | 0,021 | 0,007 | 0,129 | 0,004 | 0,001 | 0,067 | –           |
| <b>P-5</b> |       |       |       |       |       |       |       |             |
| 0–50       | 0,256 | 0,023 | 0,012 | 0,140 | 0,004 | 0,003 | 0,074 | Отсутствует |
| 50–100     | 0,118 | 0,029 | 0,012 | 0,041 | 0,005 | 0,002 | 0,028 | Слабое      |
| 100–150    | 0,132 | 0,021 | 0,008 | 0,062 | 0,005 | 0,001 | 0,034 | Отсутствует |
| 150–200    | 0,088 | 0,023 | 0,007 | 0,031 | 0,004 | 0,001 | 0,022 | Слабое      |
| <b>P-6</b> |       |       |       |       |       |       |       |             |
| 0–50       | 0,117 | 0,019 | 0,22  | 0,091 | 0,004 | 0,001 | 0,059 | Отсутствует |
| 50–100     | 0,122 | 0,017 | 0,009 | 0,040 | 0,005 | 0,002 | 0,022 | –           |
| 100–150    | 0,094 | 0,22  | 0,029 | 0,068 | 0,004 | 0,001 | 0,053 | –           |
| 150–200    | 0,227 | 0,021 | 0,009 | 0,110 | 0,002 | 0,003 | 0,059 | Слабое      |

Так, например, по данным М.П. Петрова, в местах произрастания саксаульников и песчаной осоки содержание карбонатов ( $\text{CO}_2$ ) колеблется от 3,5 до 5,2 % [1].

Таким образом, результаты исследований водно-физических и химических свойств барханных песков в зоне

р. Туркмендерья позволяют составить почвенно-мелиоративные карты рассматриваемого региона и разработать мероприятия по его лесомелиоративному освоению.

Дата поступления  
28 февраля 2021 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Петров М.П. Подвижные пески Союза ССР и борьба с ними. М.: Географиз, 1950.
2. Фадеев П.И. Опыт сравнительной характеристики песчаных грунтов европейской части СССР // Вестник МГУ. 1950. №2.

S.A. REJEPOV

## TÜRKMENDERÝASYNYŇ ZOLAGYNDAKY ÇÄGELERIŇ SUW-FIZIKI WE HIMIKI HÄSIÝETLERI

Aklaň çägeleriniň suw-fiziki we himiki häsiýetlerine baglylykda olaryň sowrulmagynyň we ösümlikleşmeginiň gidişiniň barlanylmagynyň netijeleri getirilýär.

Barlag maglumatlary sebitiň toprak-melioratiw kartalarynyň düzülmeği üçin we çägeli çäkleriň tokaý-melioratiw taýdan özleşdirilmeginiň çäreleriniň işläp taýýarlanylmagy üçin peýdalanylyp bilner.

S.A. REJEPOV

## WATER-PHYSIKAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE SANDS ALONG THE TURKMENDERYA RIVER

The study of the water-physical and chemical properties of technogenic sands is very important for the development of scientifically based measures to make scientifically based solutions for protecting the shores of river from moving sands. The water-physical and chemical quality of water in the study area are differently. The data of the research can be used to develop agro-technical measures, for the development of the regions it also allows enterprises to create soil-melioration maps.

## МЕТАЛЛОГЕННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД ЧЕЛЕКЕНА

*Приводятся результаты анализа накопленного за последние 40 лет фактического материала о металлоносности Челекенской структуры. Указывается на необходимость определения возможностей практического использования содержащихся в термальных рассолах тяжёлых, редких и благородных металлов. Выявлено несколько типов рудных залежей и впервые сделана геолого-экономическая оценка рудных образований.*

*Даны примерный расчёт прогнозных ресурсов металлов, содержащихся в недрах Челекена, и рекомендации по их практическому использованию.*

Челекен (ныне Хазар) как нефтяное месторождение известен с начала XVIII в. Первые скважины на нефть, которые дали и воду, были пробурены в 1882–1883 гг. Позже стало известно о наличии в подземных водах йода и брома, промышленная добыча которых началась в 30-е годы прошлого века. В начале 60-х годов были сделаны первые находки самородного свинца в скважинах, а на их устьях и в термальных источниках обнаружены отложения сульфидов железа, сфалерит и галенит. Исследования, проводившиеся в 1965 г. российскими учёными в тесном сотрудничестве со специалистами Челекенского химического завода, показали, что вода горячих источников полуострова насыщена разными солями, отлагающими соединения железа, в том числе пирит. Это послужило основанием для проведения гидрогеохимических исследований, в результате которых были изучены минеральные новообразования (окислы железа, барит, кальцит, сера, гипс) в зонах разломов и местах выхода горячих вод. В.И. Дворов объяснил наличие металлов в подземных водах Челекена их выщелачиванием из вмещающих пород [1]. Детально процессы гидротермального образования минералов изучал Л.М. Лебедев, по подсчётам которого за 60 лет работы указанного выше завода было потеряно тысячи тонн свинца, цинка, меди, кадмия и серебра [2]. Причём, в расчётах учиты-

валось то содержание металлов, которое фиксировалось в водах на устьях скважин. Большая же их часть, в основном свинца и серебра, осаждалась в призабойных частях скважин, затем удалялась промывкой и сбрасывалась. Сколько теряется суммарно по месторождению йодобромных вод при промывке скважин, никто не считал. Изучались особенности химического состава термальных рассолов, качественное состояние присутствующих в них рудных компонентов, факторы, определяющие их выделение. В результате 15-летних исследований были получены данные о современных рудообразующих процессах на полуострове Челекен. Докладная записка Л.М. Лебедева в 1980 г. в Управление геологии Туркменской ССР «О выявлении в пределах Челекенской антиклинальной структуры дисульфидов железа...» послужила основанием для постановки поисковых работ на металлы на Челекенской структуре. Работы выполнялись геологопоисковым отрядом Туркменской геологоразведочной экспедиции в 1981–1985 гг. и по их результатам было рекомендовано проведение более детальных поисков. По мнению исследователей, объектом промышленных разработок могут являться рассолы, содержащие различные металлы. Несмотря на большой объём проведённых исследований проблема практического использования этих металлов не была решена.



В последний раз исследования металлоносности Челекенской структуры проводились сотрудниками Института геологии Госкорпорации «Туркменгеология» В.Д. Андреевым и А.Г. Бушмакиным в 1984–1991 гг. Их целью была увязка известных в Туркменистане проявлений металлов с металлоносными образованиями полуострова Челекен. В процессе рекогносцировочных маршрутов рудные тела были обнаружены в затрубных пространствах технологических скважин завода. Данные лабораторных исследований проб показали также промышленное содержание в рудах свинца, меди, серебра. Результаты этих работ отражены на металлогенической карте Туркменистана (2014 г.) масштаба 1:1000000 и в объяснительной записке к ней. Установлено, что на Челекене чётко выделяются рудные залежи начала четвертичной эпохи (порядка 1 млн. лет назад) и образованные в настоящее время в результате добычи термальных рассолов с целью извлечения из них йода и брома. Выделяются два морфологических типа древних рудных залежей: стратиформные (плащеобразные) и трещинные (в разломных зонах). Они впервые выделены Л.М. Лебедевым [2] и связаны с палеоаллювиальными отложениями четвертичного возраста в центральной части Челекенской антиклинали. Согласно нашим данным, при современном процессе рудообразования выделяются 4 типа рудных концентраций: 1) залежи, образовавшиеся в результате промывок песчано-свинцовых пробок и сбрасывания рудоносной пульпы в округе скважин (стратиформные рудные тела); 2) тонкозернистые агрегаты, образующие цемент в песчаных прослоях в виде песчано-свинцовых пробок в стволах скважины; 3) конкреции различного размера; 4) рудные концентрации, возникшие в коптажных коммуникациях (ёмкостях, трубопроводах и ручьях). Рудные минералы представлены атакомитом, арагонитом, баритом, целестином, содержащим таллий с пиритом. Челекенское поднятие является крайним западным звеном складок Апшерон-Прибалханского района и самым крупным в пределах Западно-Туркменской низменности (ширина – 8–10 и длина – до 40 км). В строении складки участвуют среднеплиоценовые, акчагыльские, апшеронские, хазарские, хвалынские отложения (это пес-

ки, алевролиты, глины, иногда с прослоями известняков-ракушечников). Челекенская антиклиналь осложнена огромным количеством разрывов. В её сводовой части расположены действующие грязевые вулканы Западный Порсыгель и Розовый Порсыгель, а также спящий вулкан Алигул. Наличие сопочной брекчии в отложениях с включением глыб юрских, меловых и палеогеновых пород свидетельствует о связи корней грязевых вулканов с мезозойскими отложениями.

Состав термальных рассолов водоносных горизонтов среднеплиоценовой толщи хлоридно-кальциево-натриевый, а их общая минерализация составляет 230–290 г/л. Содержание йода и брома высокое, свинца – 200 мг/л, меди – 15, цинка – 46, кадмия – 8, мышьяка – 1, таллия – 3, молибдена – 0,3 мг/л. Отмечена также высокая концентрация серебра, бора, стронция и бария.

Металлоносность рассолов Челекена детально изучена группой Л.М. Лебедева в 1965–1980 гг. Посредством мониторинга было установлено, что аномальное содержание металлов не приурочено к какому-либо определённом водоносному горизонту. Рассолы Челекена насыщены кадмием и таллием в высокой концентрации. Причём, содержание металлов коррелируется с кривой изменения солнечной активности. Современное рудообразование на Челекене происходит в результате техногенной разгрузки термальных рассолов, используемых для извлечения из них йода и брома. Нами сделана попытка геолого-экономической оценки минеральных ресурсов, которая является комплексной проблемой и предусматривает решение следующих вопросов: оценка масштабов месторождений; анализ условий их освоения и эксплуатации; оценка их промышленного значения; определение стоимости. При этом следует учитывать, что стоимость минеральных ресурсов проводится с учётом цен на мировом рынке. В основу наших расчётов положены цены, сложившиеся в сентябре 1997 г. (данные предоставлены Государственной товарно-сырьевой биржей Туркменистана). Оценка рудного потенциала Челекена проведена нами отдельно для компонентов, содержащихся в жидкой (металлоносных рассолах) и твёрдой (древних и современных рудных залежах) фазах. При этом мы использовали расчёты Л.М. Лебедева, ко-



торый располагал данными о сбрасывании ежегодно в отходы 300–360 т свинца, 24–35 – меди, 48–50 – цинка, 18–24 – кадмия, 68 т мышьяка и 2 кг серебра. Стоимость металлов в жидкой фазе была оценена в 165 836 долл. США. В твёрдой фазе металлы локализуются в палеофациях четвертичного возраста, в зонах разрывных нарушений и в процессе современного рудообразования в виде: 1) песчано-свинцовых пробок в скважинах; 2) рудных тел, возникающих при проникновении металлоносных рассолов в затрубное пространство скважин; 3) промежуточных коптажных ёмкостей в трубопроводах и ручьях. В пределах Челекенской структуры выделяется несколько участков распространения рудных залежей четвертичного возраста. Объём заключающихся в них руд составляет 756 тыс. т, а основными их компонентами являются медь и серебро. Содержание меди и серебра здесь в среднем составляет 3,5 %, а в общем объёме руды – 26 460 и 283,5 т – соответственно. Общая стоимость содержащихся в этих рудах полезных компонентов оценивается в 97,7 млн. долл. США. Руды песчано-свинцовых пробок извлекались при промывке металлоносной пульпы, которая сбрасывалась в округе скважин. В результате могут образоваться плащеобразные рудные тела, глубина залегания которых не должна превышать 2 м. Нами использованы данные по 24 скважинам. В среднем за одну промывку, по данным Л.М. Лебедева, выносятся 3 т свинца (вместе с медью, серебром, молибденом, кадмием). Всё это оценивается в 223 574 долл. США. Данные об общем количестве свинца, отложившегося в результате неоднократных промывок скважин, отсутствуют. Рудные тела в затрубных пространствах нами

изучены на примере скважины Э-120. Предполагаемая залежь будет иметь цилиндрическую форму. При глубине скважины 1500 м масса заключённой в ней руды составит 450 т. По данным спектрального анализа, в руде содержится более 10 % свинца, 0,7 % меди, 100 г/т серебра, 0,01 % молибдена. Подобных рудных тел на площади Челекена может быть несколько, выявление и опробование их требует специальных работ. В промежуточных коптажных ёмкостях руды изучены на примере четырёх скважин посредством коптирования из них воды в одном чане, где образуется до 3 т сфалерита с кадмием, таллием, свинцом. Их стоимость – 2 422 долл. США. В трубопроводах руды изучены по одному объекту: выводной из описанного чана трубопровод, в котором за 10 лет, по данным Л.М. Лебедева, отложилось 30 т сфалерита. В 1 т сфалерита содержится 439 кг цинка, 29 кг свинца, 47 кг кадмия. Их общая стоимость – 21 956 долл. США. Стоимость рудных компонентов в ручьях в районе скв. Г-37 – 4 079 долл. США, а общая стоимость металлов, содержащихся во всех типах установленных на Челекене руд, составляет 98,5 млн. долл. США. В случае же увеличения объёмов добычи йода и брома, а, соответственно, и объёмов термальных рассолов, будет расти и стоимость безвозвратно теряемых металлов.

Проблема использования металлоносных термальных вод Челекена может быть решена возобновлением мониторинговых наблюдений за гидротермальным минералообразованием, выявлением механизма современного рудообразования в целом и определением металлогенного потенциала недр Челекена.

Дата поступления

16 февраля 2021 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дворов В.И. Термальные воды Челекена и геохимические особенности их формирования. М.: Наука, 1975.

2. Лебедев Л.М., Никитина И.Б. Челекенская рудообразующая система. М.: Наука, 1983.

A.G. BUŞMAKIN

## ÇELEKENIŇ ÝÜLY SUWLARYNYŇ METALLYLYK MÜMKINÇILIGI

Çeleken gurluşynyň metallylygy baradaky soňky 40 ýylyň dowamynda toplanan hakyky maglumatlaryň seljerilmeginiň netijeleri getirilýär. Duzly ýyly, termal suwlarda bar bolan agyr, seýrek duş gelyän we gymmat bahaly zaýalanmazak metallary amaly taýdan ulanmagyň mümkinçiligini kesgitlemegiň zerurlygy

gorkezilýär. Magdan ýataklarynyň birnäçe gornüşleriniň ýüze çykarylandygy nygtalýar we magdan doremelerine ilkinji gezek geologik-ykdysady taýdan baha berilýär.

Metallaryň gaty fazadaky çaklanylýan baýlyklary takmynan hasaplanylýpdyr we Çelekeniň ýataklaryndaky metallary amaly taýdan ulanmak boýunça hödürnamalar berlipdir.

**A.G. BUSHMAKIN**

### **METALLOGENIC POTENTIAL OF TERMAL WATERS OF CHELEKEN**

The results of the analysis of the factual material on the metal content of the Cheleken structure gathered over the last 40 years are presented. The necessity of determining the possibilities of practical use of heavy rare and precious metals contained in thermal brines is pointed out.

Several types of ore deposits have been identified and a geological and economic assessment of ore formations has been made for the first time. An approximate calculation of predicted resources of metals in solid phase and recommendations for the practical use of metals contained in the depth of Cheleken are given.

Научно-исследовательский институт  
сейсмостойкого строительства  
Министерства строительства и архитектуры  
Туркменистана  
Научно-исследовательский институт  
природного газа ГК «Туркменгаз»

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ДАШОГУЗСКОГО ВЕЛЯТА В СВЯЗИ С ТЕХНОГЕНЕЗОМ

*Приводятся данные об особенностях региональных изменений геологической среды территории Дашогузского велята, обусловленных инженерно-хозяйственной деятельностью человека.*

*Указывается на необходимость мониторинга состояния окружающей среды для улучшения экологии данного региона.*

Региональные и локальные изменения геологической среды территории Дашогузского велята обусловлены промышленно-гражданским строительством, развитием городов, разработкой новых месторождений полезных ископаемых и др. Наибольшая техногенная нагрузка характерна для городских территорий. Указанные изменения происходят в результате зарегулирования грунтовых и поверхностных вод, целенаправленного воздействия на грунты в целях повышения их несущей способности. Кроме того, практически все крупные города подвергаются подтоплению из-за большого объема потребления воды, а также изменения естественных путей движения грунтовых вод. Например, в зонах подтопления значительно меняются свойства лессовых пород, в частности, одно из главных – их просадочность. На орошаемых землях просадочные процессы максимально развиты и сопровождаются формированием провальных воронок и трещин проседания. Изменение геологической среды проявляется на локальном и региональном уровнях и зависит от характера и вида техногенного воздействия. Отдельные районы уже сейчас испытывают на себе необратимые изменения. В первую очередь, это зона

Приаралья, куда входит Дашогузский велят [1]. В связи с высыханием Арала здесь продолжают процессы иссушения и засоления земель, ухудшения качества питьевой воды, изменения состояния окружающей среды.

Техногенное воздействие на окружающую среду – результат практически всех видов жизнедеятельности человека. Поступление в подземную среду различного рода загрязнений в результате хозяйственной деятельности человека обуславливает изменение состава, физико-механических и водных свойств пород, кислотно-щелочных и окислительно-восстановительных реакций, активизацию микробной деятельности и развитие инженерно-геологических процессов.

Одно из опасных техногенных изменений геологической среды обусловлено неконтролируемым накоплением на поверхности и в недрах земли огромного количества различных промышленных и бытовых отходов. Чтобы процесс загрязнения верхних горизонтов литосферы не стал необратимым, необходимо следующее: изменение стратегии природопользования и устранение источников загрязнения геологической среды; разработка и внедрение





способов и технологий подавления токсичности и очистки различных её элементов.

В геологическом аспекте разрушительное действие оказывают иногда и подземные воды. Это проявляется в растворении и выщелачивании пород по мере увеличения температуры воды, давления и содержания в ней кислот и щелочей. В первую очередь разрушительному действию подземных и поверхностных вод подвергаются галогенные породы, хлоридные, сульфатные, карбонатные, а также сульфидные залежи.

Известно, что глубина залегания грунтовых вод зависит от характера рельефа и хозяйственной деятельности человека, интенсивность которой последние десятилетия значительно возросла. На территории Туркменистана уровень их залегания составляет от 0 до 100 м и более: левобережье Амударьи (в долине) – 2–3; правобережье и центральная часть Дашогузского оазиса – до 5; юго-восточное и северо-западное направления от дельты реки – 100 и более; Тедженский, Мургабский и Серахский оазисы (дельты рек Мургаб и Теджен) – 2–6, а по мере удаления от них – до 40 м (Центральные и Низменные Каракумы). Территории с глубоким залеганием подземных вод (50–70 м и более) приурочены к песчаному массиву междуречья Амударьи и Мургаба, Копетдагу, Койтендагу, Большому и Малому Балханам и Бадхыз-Карабильской возвышенности [2].

Под воздействием антропогенного фактора уровень залегания подземных вод может подниматься на 10–15 м и более. Он также повсеместно повышается на орошаемых площадях вследствие просачивания поливной воды. Это приводит к увеличению испаряемости и минерализации грунтовых вод, поэтому в Туркменистане при строительстве систем орошения обязателен дренаж. Понижению уровня подземных вод способствуют их отбор на водоснабжение, осушение заболоченных земель, дренаж и др. Чем интенсивнее ведётся отбор подземных вод, тем на большую глубину они уходят.

В Дашогузском велаяте водные ресурсы ограничены, а увеличение орошаемых площадей диктует необходимость их рационального использования на уже освоенных орошаемых территориях. Одновременно должна решаться задача об-

воднения высохшей части Аральского моря и борьбы с процессами опустынивания в дельте Амударьи. Следовательно, в ближайшей перспективе возможно сокращение подачи воды на уже освоенные площади. Изменение водного режима на них и осваиваемых территориях должно отразиться на уровне и минерализации грунтовых вод. Можно ожидать, что внедрение водосберегающих технологий на освоенных площадях позволит несколько снизить уровень грунтовых вод, но средний его показатель составит 2–3 м.

Минерализация грунтовых вод на орошаемых массивах с недостаточным дренажем в основном повысится, причём соотношение её компонентов существенно не изменится, может только снизиться доля гидрокарбонатов. В количественном выражении увеличение минерализации будет зависеть от многих местных факторов, в первую очередь, от исходной её величины и дренажа. Для территорий, где минерализация грунтовых вод составляет 1–3, она может повыситься до 3–5 г/дм<sup>3</sup> с переходом от слабой сульфатной агрессивности в агрессивный разряд, когда содержание сульфат-иона составляет более 800 мг/дм<sup>3</sup> [2].

Исходя из опыта орошения одинаковых по гидрогеологическим условиям территорий дельт Теджена, Мургаба и Амударьи, уровень грунтовых вод может повышаться в среднем на 1 м в год. Характерная для рассматриваемых районов высокая исходная минерализация их (более 5–10 г/дм<sup>3</sup>) в период его подъёма будет уменьшаться до 3–5 г/дм<sup>3</sup>, и вода сохранит высокую сульфатную агрессивность. При достижении критической глубины залегания грунтовых вод динамика их минерализации и агрессивность будут зависеть от проводимых мелиоративных мероприятий.

Региональные прогнозные тенденции развития экзогенных геологических процессов в Дашогузском велаяте ближайшие десятилетия будут связаны, в первую очередь, с высыханием Аральского моря, интенсификацией процессов опустынивания и засоления. Процесс подтопления отмечается на всех крупных орошаемых массивах и усиливается в связи со строительством ирригационных сооружений и подъёмом уровня грунтовых вод, который приведёт к вторичному засолению почв. Поэтому здесь



необходимы промывка земель и строительство коллекторно-дренажной сети.

Успешное решение проблемы оздоровления экологической обстановки в Дашогузском велаяте базируется на прогнозиро-

вании изменений состояния геологической среды в связи с интенсификацией хозяйственного освоения территории.

Дата поступления

29 декабря 2021 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Агаева Л.А., Эсенов Э.М. О сейсмической и экологической безопасности на примере территории Дашогузского велаята // Мат-лы Междунар. конф. "Экология Арала: устойчивое развитие и международное сотрудничество". Ашхабад, 2013.

2. Байрамова И.А. Подземные воды Туркменистана. Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2012.

L.A. AGAÝEWA, I.A. BAÝRAMOWA

### TEHNOGENEZ SEBÄPLI DAŞOGUZ WELAYATYNYŇ ÇÄKLERINDE SEBITLEÝIN ÜYTGEŞMELER

Daşoguz welaýatynyň çägindäki geologik gurşawyň inžener-hojalyk işi bilen şertlendirilen sebitleýin üytgeýişleriniň aýratynlyklary barada maglumatlar berilýär.

Sebitiň ekologik ýagdaýynyň gowulandyrylmagy üçin, daşky gurşawyň ýagdaýyna gözegçilik etmegiň zerurlygy nygtalýar.

L.A. AGAEVA, I.A. BAYRAMOVA

### REGIONAL CHANGES OF TERRITORY DASHOGUZ REGION IN CONNECTION WITH TECHNOGENESIS

Data about features of regional changes of the geological environment of the territory Dashoguz region, due to human engineering and economic activities.

It is underlined necessity of monitoring the state of the environment for improvement of ecology in the given region.

**Б. ДУРДЫЕВ**  
**О. АРЗЯМОВА**  
**А. КЕРИМОВА**

Национальный институт пустынь,  
растительного и животного мира  
Министерства сельского хозяйства  
и охраны окружающей среды Туркменистана

## **ФИТОМЕЛИОРАТИВНЫЕ СЕВООБОРОТЫ НА ЗАСОЛЁННЫХ ПОЧВАХ**

*Приводятся данные о результатах использования солодки голой (*Glycyrrhiza glabra* L.) в качестве фитомелиоранта для улучшения состояния засоленных земель.*

*Показано, что выращивание этой культуры способствует повышению плодородия почв, снижению уровня и минерализации грунтовых вод.*

*Рассматривается возможность использования солодки голой в фитомелиоративных севооборотах.*

Засоленность земель – одна из серьёзных глобальных проблем, от решения которой зависит, в частности, развитие сельского хозяйства и социально-экономическое положение всех стран мира. В условиях аридной зоны она проявляется наиболее остро: ухудшаются физико-химические свойства почв, снижается эффективность использования минеральных удобрений, угнетается рост и развитие растений и др. Известно, что хлоридные, сульфатно-хлоридные, хлоридно-натриевые, хлоридно-магниевые, углекисло-натриевые соединения при попадании в почву даже в незначительном количестве губительно действуют на рост и развитие сельскохозяйственных растений. При содержании солей более 0,3 % плотного остатка нарушается физиологическая функция культурных растений, снижается урожайность и качество продукта.

Ежегодно до 2 % орошаемых земель Центральной Азии выводятся из оборота из-за засоления [1]. Данные историков свидетельствуют, что более 8 тыс. лет назад засоление земель Средней Азии стало причиной упадка и даже перемещения целой цивилизации.

Нерациональный полив сельхозкультур обуславливает подъём уровня грунтовых вод, а это, в свою очередь, вынос солей на поверхность почвы и, соответственно, её непригодность для посевов, то есть со временем вывод этих земель из оборота.

В Туркменистане большое количество деградированных земель требует восстановления. В частности, это относится к Лебапскому и Дашогузскому велаятам, а также Мургабской зоне Марыйского велаята. В связи с этим крайне важно ускорить решение этой проблемы, способствуя нейтрализации процессов засоления посредством использования опыта местного населения, разработок учёных и постоянного мониторинга состояния земель. В частности, очень важно контролировать уровень грунтовых вод: очень критической является глубина их залегания до 1 м, критической – 1–2, менее критической – 2–3, безопасной – 3–5, совершенно безопасной – более 5 м. В Туркменистане площадь орошаемых земель с критической глубиной залегания грунтовых вод составляет 60 % [1].

Существуют различные способы снижения степени засоления почв (агротехнические, гидромелиоративные, инженерные), но все они требуют больших трудовых и финансовых затрат. Поэтому в настоящее время всё чаще применяется один из наиболее эффективных и экологически безопасных способов – фитомелиорация. Он заключается в совместных севооборотах солеустойчивых культур с растениями-галофитами, способными развиваться при наличии в почве солей высокой концентрации (в том числе на солонцах и солончаках). Учёными



ведутся исследования по предотвращению процессов деградации земель посредством использования солеустойчивых культур. Фитомелиоративные и мелиоративные севообороты будут способствовать снижению засоления почв.

На территории Центральной Азии произрастают около 900 видов галофитов. Наряду с высокой урожайностью они обладают способностью восстанавливать среду обитания, так как органическое вещество, поставляемое галофитами, обеспечивает улучшение водно-физических и агрохимических свойств, биологическую активность почвы. Это даёт возможность возвращения таких земель в сельскохозяйственный оборот. На песчаных почвах галофиты положительно реагируют на орошение водой минерализацией 5,5–40 г/л, накапливая соли в своей поверхностной биомассе. Большинство сельскохозяйственных культур нормально реагируют на минерализацию поливной воды 3 г/л. Галофиты, помимо нейтрализации солей в почве, затеняют её, препятствуя потере влаги и ветровой эрозии. Кроме того, они предотвращают миграцию солей из нижних почвенных горизонтов в верхние. Большинство солеустойчивых культур могут удалять минеральные соли из почвы или поливной воды, накапливая их в высокорослой и ветвистой надземной биомассе, способствуя формированию гумуса, улучшению структуры почвы и снижению концентрации солей в её плодородном слое.

На сегодняшний день разработаны недорогостоящие методики восстановления засоленных земель. В частности, фитомелиорация может обеспечить снижение засоления на 10–15 % и повышение продуктивности таких земель на 20–25 % [3,6].

Рассмотрим возможность восстановления засоленных земель посредством фитомелиорации на примере Дашогузского велаята. По глубине залегания грунтовых вод его территория характеризуется следующим образом: менее 1 м – 5,94 % общей площади; 1–2 – 56,35; 2–3 – 20,67; 3–5 – 4,93; более 5 м – 2,11 %. При этом слабой степени засоления подвержено 11,7 % земель, средней – 73,6, сильной – 14,8 %. В зависимости от содержания солей в верхних горизонтах почвы различают слабо деградированные земли, где плотный остаток составляет 0,3–0,5 %, средней степени деградации – 0,5–

0,8 %, сильно деградированные – 0,8–1,0 % и более [2,4]. Особое внимание необходимо уделять средне- и сильнозасоленным, а также вновь осваиваемым землям. Одним из высокоэффективных и наиболее рентабельных методов борьбы с вторичным засолением земель является фитомелиорация посредством посадки солодки голой. Фитомелиоранты, особенно бобовые, кормовые травы, обладают опреснительным свойством, накапливают биологический азот и характеризуются высокой питательной ценностью. В ходе развития корневой системы солодки в почве усиливается активность микроорганизмов и идёт накопление органических веществ, что в итоге способствует повышению её плодородия. Кроме того, солодка является лекарственным растением. Её корневище представляет собой ценнейшее сырьё для производства лекарственных препаратов, стимуляторов роста и фунгицидов [5,8]. Помимо фармакологической промышленности, солодка используется в пищевой (напитки, конфеты, суррогат-кофе и др.) и химической (красители для шерстяных тканей, кожи и т.д.), а также при производстве кормов (её надземная масса содержит высокопитательные вещества).

Исследования показали, что выращивание солодкового корня особенно эффективно на солончаковых почвах (*рисунок*).

Солодка нуждается в поливе только в первые два года, затем её корни достигают грунтовых вод и необходимость в нём отпадает, соответственно на этих землях снижается уровень их минерализация.

Учёными было определено 15 перспективных видов и экотипов, которые можно использовать в качестве растений-биомелиорантов на вторично засоленных почвах, и 3 – в условиях орошения солёной водой [7]. В метровом слое почвы на сильно засоленных (48 т/га) среднесуглинистых почвах полупустынь при фитомассе надземной части 18–20 т/га галофиты выносят 8–10 т/га солей в год. Кроме того, затеняя почву, они препятствуют испарению и связанному с ним подтягиванию солей в верхний горизонт. Эффект зелёной мульчи составляет 2,5 т/га солей. В итоге на участке, занятом насаждениями галофитов, вынос солей достигает 10,0–12,5 т/год. Время рассоления почв в мелиоративном севообороте с галофитами разных экологических групп

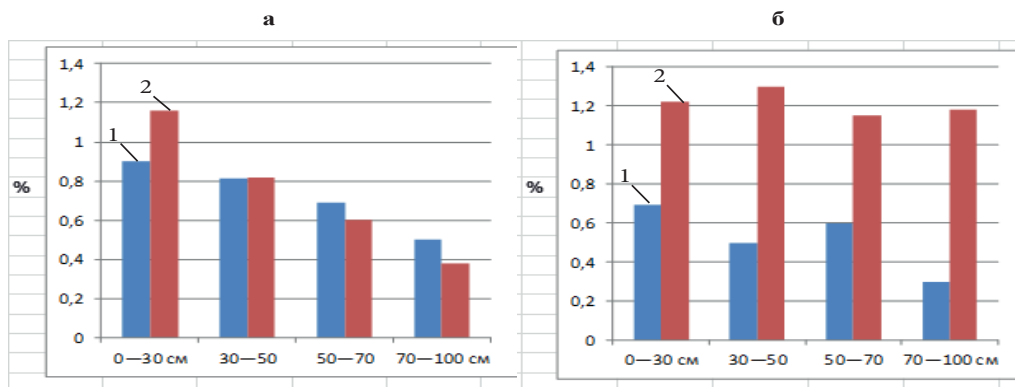


Рис. Содержание соли (1) и гумуса (2) на участке возделывания солодки голой до посадки (а) и после 5 лет вегетации (б)

при средней степени засоления составляет 4–5, а сильной 6–7 лет.

Таким образом, возделывание солодки на засоленных землях будет способствовать улучшению эколого-мелиоративного состояния земель и получению ценнейшего экспортного сырья, имеющего большой спрос на мировом рынке, а также укреплению

кормовой базы животноводства. Не менее важно использование этого растения в севообороте при производстве таких важнейших культур сельского хозяйства Туркменистана, как хлопчатник и зерновые.

Дата поступления  
5 ноября 2020 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Атаев А. Биоэкологические основы рационального использования солодковых агроценозов в Туркменистане. Ашхабад: Ылым, 2004.
2. Гулиев А.Г., Самофалова И.А., Мудрых Н.М. Засоление – глобальная экологическая проблема в орошаемом земледелии. [http://otherreferats.allbest.ru/ecology/00162789\\_0.html](http://otherreferats.allbest.ru/ecology/00162789_0.html).
3. Иванова Н.А. Новая система фитомелиорации мелиоративно неблагоприятных орошаемых земель. М.: Наука, 1999.
4. Ковда В.А. Проблемы опустынивания и засоления почв аридных регионов мира. М.: Наука, 2008.
5. Михайлова В.П. Запасы, распространение и опыт по введению в культуру солодки в Казахстане // Вопросы изучения и использования со-
6. Ташбеков У., Алтмишев А. Технология снижения уровня и минерализации подземных вод с помощью растительных ресурсов. Гулистан: Гос.университет, 2017.
7. Шамсутдинов З.Ш., Шамсутдинов Н.З. Методы экологической реставрации аридных экосистем в районах пастбищного животноводства // Степной бюлл. 2002. №11.
8. Kushiev H., Noble A., Abdullaev I., Tashbekov U. Remediation of Abandoned Saline soils using *Glycyrrhiza glabra*: A study from the Hunger Steppes of Central Asia // International Journal of Agricultural Sustainability. 2005. Vol.3. № 2.

B. DURDYEV, O. ARZYAMOVA, A. KERIMOVA

## ŞORLAŞAN TOPRAKLARYŇ FITOMELIORATIW EKIN DOLANYŞYGY

Şorlaşan ýerleriň ýagdaýynyň gowulandyrylmagy üçin, fitomeliörant hökmünde süýji buýanyň (*Glycyrrhiza glabra* L.) ulanylmagy barada maglumatlar beýan edilýär. Fitomeliöratiw ekin dolanyşygynda bu görnüşiň ulanylmak mümkinçiligi öwrenilýär.

Bu ösumligi ösdürip ýetişdirmeklik topragyň hasylylygyny ýokarlandyrýar, ýerasty suwlaryň derejesiniň peselmegini üpjün edýär we minerallaşmagynyň önüni alýar.

B. DURDIYEV, O. ARZYAMOVA, A. KERIMOVA

## PHYTOMELIORATIVE CROP ROTATIONS ON THE SALINITY SOILS

Data about results of use *Glycyrrhiza glabra* L. in quality phytomelioration agent for improvement of a condition of the salted earths.

It is shown that cultivation of this culture promotes increase of fertility of soils, decrease in level and a mineralization of ground waters.

Use possibility *Glycyrrhiza glabra* L. in phytomeliorative crop rotation is considered.

## НОВЫЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ФЛОРЫ ТУРКМЕНИСТАНА

Приводятся результаты обработки части коллекции Национального гербарного фонда, которые позволили выявить новые места произрастания некоторых видов флоры Туркменистана, уточнить её состав и значительно расширить знания об ареале этих растений.

Основной задачей деятельности Национального гербарного фонда является планомерное пополнение его коллекции новыми и отсутствующими по той или иной причине известными видами растений Туркменистана, а также систематическая ревизия тех или иных родов, представленных в ней. Так, тщательный анализ и обработка коллекций сборов, сделанных в прошлом, позволили нам выявить новые местонахождения нижеописанных видов нашей флоры, не указанных в «Определителе растений Туркменистана» [6].

**Шалфей зеравшанский** (*Salvia serawschanica*) – многолетнее растение сем. Губоцветные высотой 30–40 см. Цветёт в мае – июне, плодоносит с июня по июль. Растёт в предгорьях на каменистой и мелкозёмистой почве. Согласно сведениям VI тома «Флоры Туркмении» и «Определителя растений Туркменистана», встречается только в предгорьях Койтандага [6,10]. Однако, по данным Б.В. Билолова и А.С. Мищенко, растёт и в Восточном Копетдаге (район Шамли) [2]. Кроме того, зарегистрирована его находка А.А. Мещеряковым (июнь 1959 г.) в Центральном Копетдаге (ущ. Дейдер, в районе пос. Нухур). Все эти сведения подтверждают мнение С.А. Невского о генетической близости флоры указанных горных систем и предгорных холмов Парапамиза [5].

**Желтушник бадхызский** (*Erysimum badghysi*) – двухлетнее растение сем. Крестоцветные высотой 30–80 см. Растёт на супесчаных почвах предгорий [6]. Цветёт в апре-

ле – мае, плодоносит с мая по июнь. Было собрано в Парапамизском флористическом районе с песчаных и песчано-каменистых склонов холмов Бадхыза и Карабиля, эндемиком которых оно ранее считалось [8]. В 1967 г. Б.Б. Бердыевым и Е.П. Гудковой обнаружено на юго-восточных каменистых «прикрытых» мелкозёмом склонах Койтандага у с. Ходжапиль [1].

**Вегреница Черняева** (*Anemone tschernjaewii*) – многолетнее растение сем. Лютиковые высотой 5–15 см. Растёт в предгорьях и нижнем поясе гор на мелкозёме и щебнистой почве в тени кустарников. Цветёт и плодоносит с мая по июнь. В «Определителе растений Туркменистана» и в III томе «Флоры Туркмении» указывается только для Койтандага [6,8]. Однако при инсерации гербария прошлых лет были обнаружены образцы, собранные В.В. Никитиным и Л.Е. Ищенко на северных затенённых склонах хребта Далибулаги в Восточном Копетдаге (южнее Меана).

**Бурачковидка трёхнервная** (*Alyssopsis trinervis*) – новое для Туркменистана двухлетнее растение высотой 10–60 см сем. Крестоцветные. Цветёт и плодоносит в мае – июле. Согласно гербарной этикетке, собрано Э.М. Сейфулиным в Юго-Западном Копетдаге: «Кара-Калинский район, хр. Полызак, по краю каменистых обрывистых цепей, вблизи урочища Еке-Алыч. Паратип. 19/V-1979. Э. Сейфулин; склоны Хасардага, вблизи вершины среди камней и скал. 6/VI-1979. Э. Сейфулин; верховье Чандыр,



местечко Серли, склоны по ручью. 8/X-1979. Э. Сейфулин».

**Козелец мелкоцветковый** (*Scorzonera parviflora*) – многолетнее или двухлетнее растение сем. Сложноцветные высотой 15–60 см. Цветёт и плодоносит в мае – июле. Растёт в Бадхызе (Кушка, Чильдухтер) в поймах горных речек на засоленной почве. Встречается относительно часто. Согласно данным «Определителя растений Туркменистана» и VII тома «Флоры Туркмении», распространено в европейской части бывшего СССР, на Кавказе, в Западной Сибири, Средней Азии и др. [6,11]. При анализе гербарного материала обнаружены образцы из Центрального Копетдага (пос. Гаудан), собранные 6 июля 1979 г. Г.Л. Камахиной как новое для флоры этого региона растение.

**Чина шаровидная** (*Lathyrus sphaericus*) – однолетнее растение сем. Бобовые. Цветёт и плодоносит в апреле – июне. Встречается очень редко в предгорьях, нижнем поясе гор, по долинам, вдоль горных речек, на лёссовых склонах среди эфемеровой и древесно-кустарниковой растительности. По данным [6], растёт в Юго-Западном Копетдаге (ущ. Йолдере), а 13 мая 1983 г. Г.Л. Камахиной найдено и в Центральном (вдоль тропы в ущ. Дагиш и в ущ. Большие Каранки).

**Аконителла бородастая** (*Aconitella barbata*) – однолетнее растение сем. Лютиковые высотой 30–50 см. Цветёт и плодоносит в апреле – июле. Растёт на мелкозёме и щебнистых почвах склонов предгорий. Встречается изредка. Согласно [6], зарегистрировано в Койтендаге, а Н. Аннуровым найдено и собрано в Центральном Копетдаге (хр. Асельма) при подъёме на гору Кечун (1800–2100 м над ур. м.) 6 июня 1979 г. [3].

**Крестовник хорасанский** (*Senecio khorossanicus*) – многолетнее растение сем. Сложноцветные высотой 30–50 см. Цветёт в апреле – мае, плодоносит в мае – июне. Встречается редко. Растёт в предгорьях и на склонах гор в Восточном Копетдаге (хр. Зеракев, вблизи ж.-д. ст. Аксу) [6]. В гербарии представлены образцы, найденные 6 мая 1983 г. в Центральном Копетдаге (хр. Даштой и Нахдау) [3].

**Наголоватка чертополоховая** (*Jurinea carduiiformis*) – двухлетнее растение сем. Сложноцветные высотой 15–30 см. Цветёт и плодоносит в мае – июне. Растёт на каменистых мелкоземистых склонах Большого Балхана, в Центральном (Сунче) и Юго-Западном (Каракалинский р-н, родник Пархай) Копетдаге [12]. Гербарные образцы собраны и определены Э.М. Сейфулиным [7].

**Алтей Людвиг** (*Althaea ludwigii*) – однолетнее сорное растение сем. Мальвовые высотой 5–30 см. Цветёт и плодоносит в мае – июне. Растёт на пустырях и в пойме Амударьи, у с. Карабекаул [6,9]. В августе 1969 г. было найдено А.А. Мещеряковым на юго-западе Туркменистана, в 18–20 км севернее Кизылатрека [4].

Таким образом, новые местонахождения этих видов не только помогли уточнить состав флоры Туркменистана, но значительно расширили наши знания об ареале этих видов и их экологии. Поэтому при ревизии представленных в гербарии родов нашей флоры, проводимой в целях подготовки, например, определителей растений, либо других подобных документов, надо учитывать результаты данного сообщения.

Дата поступления

2 сентября 2020 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бердыев Б., Гудкова Е.П. Новые данные о географическом распространении желтушника бадхызского в Туркмении // Изв. АН ТССР. Сер. биол. наук. 1968. № 1.
2. Билолов Б.В., Мищенко А.С. Новые данные о географическом распространении шалфея зеравшанского (*Salvia seravschanica* Rgl. Et Schmalh.) в Туркмении // Изв. АН ТССР. Сер. биол. наук. 1966. № 4.
3. Камахина Г.Л. Новые местонахождения отдельных видов Куртусу-Гауданского флостического района // Изв. АН ТССР. Сер. биол. наук. 1985. № 6.

4. Мещеряков А.А. О новом местонахождении *Althaea ludwigii* L. в Туркмении // Изв. АН ТССР. Сер. биол. наук. 1971. № 2.
5. Невский С.А. Материалы к флоре Кугитанга и его предгорий // Флора и систематика высших растений. Сер.1. Вып. 4. М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1937.
6. Никитин В.В., Гельдиханов А.М. Определитель растений Туркменистана. Л.: Наука, 1988.
7. Сейфулин Э.М., Атаева А.А. О некоторых новых и редких растениях во флоре Туркмении // Изв. АН ТССР. Сер. биол. наук. 1991. № 5.



8. *Флора Туркмении. Т. III.* Ашхабад: Изд-во АН ТССР, 1948.

9. *Флора Туркмении. Т.V.* Ашхабад: Изд-во АН ТССР, 1950.

10. *Флора Туркмении. Т.VI.* Ашхабад: Изд-во АН ТССР, 1954.

11. *Флора Туркмении. Т.VII.* Ашхабад: Изд-во АН ТССР, 1960.

12. Чернева О.В., Мещеряков А.А. О новом для СССР виде рода *Jurinea* Cass. // *Новости систематики высших растений.* Т.8. Л.: Наука, 1971.

S.S. AGAÝEWA

### TÜRKMENISTANYŇ FLORASYNYŇ KÄBIR GÖRNÜŞLERINIŇ TÄZE TAPYLAN ÝERLERI

Gerbariy toplumynyň bir böleginiň işläp taýýarlanylmagynyň, şonda alnan maglumatlaryň seljerilmeginiň, netijeleri getirilýär, şolaryň esasynda Türkmenistanyň florasynyň käbir görnüşleriniň täze duşýan yerleriniň yüze çykarylandygy nygtalýar. Şeýlelikde, şol görnüşleriň täze tapylan yerleriniň ähmiýetliligi diňe bir floranýň düzüminiň anyklanylmagyna mümkinçilik berýanligi bilen çäklenmän, eýsem olaryň ýaýraýşynyň we ösüp yetişmeginiň ekologiýasy barada biziň bilimimizi belli bir derejede giňeldýändigini aňladýar.

S.S. AGAEVA

### NEW SITES OF SOME KINDS IN FLORA OF TURKMENISTAN

At processing herbarium collections of last years are revealed new sites of some kinds for flora of Turkmenistan. Thus, new sites of these kinds not only has specified flora structure, but have considerably expanded our knowledge of areas of these kinds and ecology of their growth.





## СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ ШЕЛКОВИЦЫ И ИХ ЭНТОМОФАГОВ В ТУРКМЕНИСТАНЕ

Приводятся данные о четырёх опасных вредителях шелковицы (червец Комстока, тутовая огнёвка, древоточец пахучий, тутовая пяденица), полученные по результатам исследований 2013–2020 гг.

В качестве массовых и эффективных энтомофагов этих вредителей выделены 3 вида насекомых – златоглазка обыкновенная, семиточечная божья коровка и муха левкопис, изучение которых позволило выявить их биоэкологические особенности (зимовка, пищевая специализация, количество генераций).

Род Шелковица (*Morus* L.) включает более 20 видов, произрастающих главным образом в субтропиках и тропиках, в частности, в Индии, Китае, Малой Азии, Японии [5]. На территории Туркменистана он представлен двумя таксонами – шелковица белая (*M. alba*) и чёрная (*M. nigra*), которые рассматривают обычно как единую культуру [15].

Первая попытка систематизировать род *Morus* принадлежит Карлу Линнею (1753 г.), который отнёс к нему 5 видов шелковицы – белая, чёрная, красная (*M. rubra*), татарская (*M. tatarica*), индийская (*M. indica*), тогда как японский учёный Г. Коидзуми объединил в нём 24 таксона [15].

Долгое время шелковицу использовали лишь как кормовое растение шелкопряда и культивировали для нужд шелководства. В качестве плодовой культуры её выращивали только любители, хотя, например, в Турции и Индии, это растение пользуется спросом у населения как очень вкусный и полезный пищевой продукт. Очень подробно описал все полезные свойства шелковицы как пищевого, лекарственного, культурного и декоративного растения Гурбангулы Бердымухамедов в I томе своего труда “Лекарственные растения Туркменистана”.

В Туркменистане шелковица культиви-

руется с IV в. [1,5,15] и, конечно, как и любая другая культура, требует определённых мер защиты, в частности, от вредителей, которые могут наносить огромный урон делу разведения шелкопряда и урожаю коконов (табл. 1). Во многих случаях активность таких насекомых приводит к высыханию дерева.

На территории нашей страны выявлено более 18 видов вредителей шелковицы, которые относятся к 4 отрядам (Lepidoptera, Coleoptera, Homoptera, Orthoptera) и 11 семействам класса насекомых [5]. Некоторые из них наносят колоссальный вред растению. По типу приспособления к питанию на различных органах шелковицы фитофаги подразделяются на 3 экологические группы: листовые, короедные, древоточные и питающиеся генеративными органами. Большинство насекомых-вредителей (55%) питаются зелёными частями растений [3,4,5].

Наиболее опасными вредителями шелковицы (см. табл. 1) являются: тутовая огнёвка (*Glyphodes pyloalis*), тутовая пяденица (*Apocheima cinerarium*), древоточец пахучий (*Cossus cossus*) и американская белая бабочка (*Hyphantria cunea*) из отряда Lepidoptera; виноградный мучнистый червец (*Planococcus citri*), червец Комстока

(*Pseudococcus comstocki*) – представители отряда Homoptera [3,4,10].

**Туговая огнёвка** – узкоспециализированный вид, олигофаг. Обитает по всей Центральной Азии и за её пределами. Первое появление этого насекомого в регионе было зарегистрировано в Узбекистане в 1994 г., после чего оно быстро распространилось по всей его территории. Столь быстрое распространение и массовое размножение вида обусловило необходимость изучения особенностей его биоэкологии и разработки методов борьбы [4,7].

**Туговая пяденица** – полифаг. Впервые вид зарегистрирован в Таджикистане в 1914 г. [4,12,13].

**Древоточец пахучий** – полифаг [5,6].

**Американская белая бабочка** – карантинный вредитель, полифаг. Обитает в основном на шелковице и клёне американском. Появление в Казахстане в 2004 г. было обусловлено интенсивной бесконтрольной перевозкой из США сельскохозяйственной продукции и лесоматериалов. В 2006 г. обнаружен в Кыргызстане. Официальных данных о проникновении на территорию Туркменистана нет, но ареал расширяется [3,6,14].

**Червец Комстока** – один из самых распространённых вредителей плодовых и овощных культур [2,3,8,9,11,12]. Впервые обнаружен в 1939 г. в окрестностях г. Ташкента на деревьях крупнолистной шелковицы, саженцы которой были завезены из Японии. Быстро приспособился к местным климатическим условиям и широко распространился по территории Средней Азии и Казахстана. В Туркменистане обнаружен в 1963 г. в г. Ашхабаде.

Комплексные исследования вредителей шелковицы на территории Туркменистана проводились нами в 2013–2020 гг. Было выявлено 4 из пяти перечисленных выше (кроме американской белой бабочки) видов, опасных для этого растения, и изучены их биоэкологические особенности (зимовка, пищевая специализация, количество генераций). Исследовались также фауна и биоэкологические особенности их естественных врагов, в частности, хищников червеца Комстока. В качестве массовых и эффективных энтомофагов (табл. 2) выделены 3 вида насекомых: златоглазка обыкновенная (*Chrysopa carnea*), семиточечная божья коровка (*Coccinella septempunctata*) и муха левкопис (*Leucopis alticeps*). Первые

Таблица 1

**Основные насекомые-вредители шелковицы**

| Вид                             | Места распространения  | Пищевая специализация |
|---------------------------------|--|-----------------------|
| <b>Отряд Homoptera</b>          |  |                       |
| Семейство <i>Pseudococcidae</i> |  |                       |
| <i>Pseudococcus comstocki</i>   | Казахстан, Кыргызстан, Туркменистан, Таджикистан             | Полифаг               |
| <b>Lepidoptera</b>              |  |                       |
| <i>Arctiidae</i>                |  |                       |
| <i>Huphantria cunea</i>         | Казахстан, Кыргызстан, Узбекистан                            | Полифаг               |
| <i>Cossidae</i>                 |  |                       |
| <i>Cossus cossus</i>            | Казахстан, Кыргызстан, Туркменистан                          | – « –                 |
| <i>Geometridae</i>              |  |                       |
| <i>Apocheima cinerarium</i>     | Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан | – « –                 |
| <i>Crambidae</i>                |  |                       |
| <i>Glyphodes pyloalis</i>       | Казахстан, Кыргызстан, Туркменистан, Узбекистан              | Олигофаг              |

## Основные энтомофаги и паразиты насекомых-вредителей шелковицы

| Вид                              | Места распространения                                | Насекомое-вредитель   |
|----------------------------------|--|---|
| <b>Паразиты</b>                  |  |   |
| <b>Отряд Hymenoptera</b>         |  |   |
| Семейство Encyrtidae             |  |   |
| <i>Anagyrus pseudococci</i>      | Таджикистан, Туркменистан,<br>Узбекистан             | <i>Planococcus citri</i><br><i>Pseudococcus comstocki</i>                 |
| <i>Pseudaphycus malinus</i>      | Кыргызстан, Таджикистан,<br>Туркменистан, Узбекистан | <i>P. comstocki</i>   |
| Семейство Braconidae             |  |   |
| <i>Apanteles enephes</i>         | Таджикистан, Туркменистан,<br>Узбекистан             | <i>Apocheima cinerarium</i>   |
| <i>Apanteles vitripennis</i>     | Казахстан, Туркменистан,<br>Узбекистан               | <i>A. cinerarium</i>  |
| <i>Bracon hebetor</i>            | Туркменистан, Узбекистан                             | <i>Glyphodes pyloalis</i>   |
| <b>Хищники</b>                   |  |   |
| <b>Coleoptera</b>                |  |   |
| Семейство Coccinellidae          |  |   |
| <i>Coccinella septempunctata</i> | Казахстан, Туркменистан,<br>Узбекистан               | <i>Pseudococcus comstocki</i><br>также поедает яйца многих<br>чешуекрылых |
| <b>Neuroptera</b>                |  |   |
| Семейство Chrysopidae            |  |   |
| <i>Chrysopa carnea</i>           | Туркменистан, Узбекистан                             | <i>Glyphodes pyloalis</i><br><i>Pseudococcus comstocki</i>                |
| <b>Diptera</b>                   |  |   |
| Семейство Chamaemyiidae          |  |   |
| <i>Leucopis alticeps</i>         | Туркменистан, Узбекистан                             | <i>P. comstocki</i>   |

два также являются энтомофагами тутовой огнёвки и тутовой пяденицы. Были изучены биоэкологические особенности хищников (зимовка, пищевая специализация, количество генераций, роль в снижении численности вредителя) и получены новые данные.

Учитывая высокую эффективность энтомофагов в снижении численности вредителей шелковицы, необходимо их массовое разведение в лабораторных условиях с последующим использованием для биологической защиты тутовых насаждений.

### Выводы

Видовой состав насекомых-вредителей шелковицы в Туркменистане комплексно не изучен. Большинство работ посвящено изучению только одного или двух видов и мерам борьбы с ними, в связи с чем необходимы более детальные исследования.

Для борьбы с вредителями этой плодовой и технической культуры необходима интегрированная система защиты, безопасная для окружающей среды и здоровья человека, обеспечивающая сохранение и активизацию деятельности полезных энтомофагов и паразитов.

Дата поступления  
10 февраля 2021 г.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Бердымухамедов Гурбангулы. Лекарственные растения Туркменистана. Т.1. Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2010.
2. Борхсениус Н.С. Червецы и щитовки (Coccidea) Армении. М.: Изд-во АН СССР, 1950.
3. Баширцева А.В., Левшико П.А., Пивоваров П.Т. и др. Указание по выявлению червеца Комстока и меры борьбы с ним. Ашхабад: Туркменистан, 1968.
4. Дурдыев С.К., Мярцева С.Н. Тутовая пяденица и её энтомофаги в Туркменистане. Ашхабад, 1990.
5. Коканова Э.О. Изучение видового состава насекомых-фитофагов шелковицы в Туркменистане // Наука и техника в Туркменистане. 1999. №4.
6. Копжасаров Б.К. Биоэкологические особенности американской белой бабочки (*Hlyphantria cunea* Drury) на юго-востоке Казахстана и разработка защитных мероприятий против неё: Автореф. дис... канд. биол. наук. Алматы, 2007.
7. Мадьяров Ш.Р., Хамраев А.Ш. Биоконтроль тутовой огнёвки *Glyphodes pyloalis* Wlk. в системе интегральной борьбы с ней // Тез. докл. Междунар. конф. "Животный мир Казахстана и сопредельных территорий". Алматы, 2012.
8. Мярцева С.Н. Паразиты и хищники кокцид и алейродид Туркмении // Экология насекомых Туркмении. Ашхабад, 1973.
9. Мярцева С.Н. Паразиты червеца Комстока. Ашхабад: Ылым, 1984.
10. Ниязов О.Д. Материалы по биологии и экономическому значению виноградного мучнистого червеца в Туркмении // Экология насекомых Туркмении. Ашхабад, 1973.
11. Нурмаматов А.М. Мучнистые червецы (*Homoptera, Coccoidea, Pseudococcidae*) Таджикистана и обоснование мер борьбы с вредоносными видами: Автореф. дис... канд. биол. наук. Л., 1989.
12. Плаксина А.С. Тутовая пяденица (*Apocheima cinerarius* Etsch.) – вредитель древесных пород в Юго-Восточном Казахстане: Автореф. дис... канд. биол. наук. Алмата, 1952.
13. Султанов Р.А. Тутовая пяденица – вредитель зелёных насаждений Ферганской долины // Научн. тр. МЛТИ. Вып. 156. «Вопросы защиты леса». М., 1984.
14. Шамилов А.С. Американская белая бабочка и система защитных мероприятий в очагах её массового размножения: Автореф. дис... канд. биол. наук. М., 2011.
15. [www.blogoflore.ru](http://www.blogoflore.ru)

M.O. LOLLEKOWA

### TÜRKMENISTANDA TUDUŇ ZYÝANLY MÖR-MÖJEKLERINI WE OLARYŇ ENTOMOFAGLARYNY ÖWRENMEGIŇ ÝAGDAÝY WE GELJGI

2013–2020 ýyllarda geçirilen ylmy-barlag işleriniň netijesinde, Türkmenistanyň çäklerinde tut agajynyň 4 howply zyýankeşi: Komstogyň unjumak gurçugy, tut ýşykçysy, ýakymysyz ysly agaç ýonuju, tut garyşlaýjysy - ýüze çykarylpydyr.

Esasy entomofaglar hökmünde 3 görnüş: adaty altyngözlüje, ýedi nokatly kekene we lewkopis siňegi – ýüze çykarylpydyr hem-de zyýankeşleriň we olaryň entomofaglarynyň käbir bioekologik aýratynlyklary (gyşlama, ýümit ýöriteleşmesi, nesil çalşygy) öwrenilipdir.

M.O. LOLLEKOWA

### CURRENT STATE AND PROSPECTS OF STUDYING MULBERRY INSECTS AND THEIR ENTOMOPHAGES IN TURKMENISTAN

As a result of research in 2013–2020, spent by us in territory of Turkmenistan was finding 4 dangerous pests of a mulberry such as: *Pseudococcus comstocki*, *Glyphodes pyloalis*, *Cossus cossus*, *Apocheima cinerarium*.

Also were finding entomophages of these pests such as: *Chrysopa carnea*, *Coccinella septempunctata* and *Leucopis alticeps*. Some bioecological features of these pests and the entomophages (wintering, food specialisation, quantity of generation) are studied.



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМНЫХ ИНСЕКТИЦИДОВ В УСЛОВИЯХ АРИДНОЙ ЗОНЫ

*Приводятся результаты исследований по эффективности применения инсектицидов системного действия синтетического происхождения (ивомек, аверсект, ниацид, байтикол, эктопор) в борьбе с эктопаразитами. Рассматривается также возможность использования в этих целях некоторых представителей местной флоры, в частности, кодоноцефалума Пико (*Codonomorphum raescokianum* Aitech et Hemsli).*

*Показано, что по сравнению с традиционными способами борьбы с эктопаразитами животных применение указанных препаратов экономически более выгодно, так как позволяет существенно снизить расход воды и других материалов.*

В странах с тёплым и умеренным климатом, а особенно в аридных зонах мира, проблема эффективной защиты животных от нападения кровососущих клещей, так называемых эктопаразитов, стоит особенно остро. В обозримом будущем для борьбы с ними будет использоваться химический метод. Учёными и практиками разрабатываются, синтезируются, испытываются и предлагаются для применения различные химические соединения.

Инсектициды используются в основном в виде водных растворов, эмульсий и суспензий. Технологически процесс обработки объектов защиты предполагает использование техники, а это, в свою очередь, – траты на горюче-смазочные материалы, электроэнергию и главное – требует большого количества воды. Например, на ферме, где содержится 300 голов крупного рогатого скота, на еженедельное опрыскивание животных и обработку помещения жидкими формами инсектицидов за сезон паразитирования указанных насекомых и клещей расходуется 27–30 тыс. л воды, то есть эти работы требуют больших физических и материальных затрат. В связи с этим необходим поиск новых путей борьбы с эктопаразитами, в частности, посредством использования системных противопаразитарных средств.

Некоторые препараты при попадании в организм животных перорально или посред-

ством инъекций в дозах, не проявляющих токсичности, в то же время оказывают противопаразитарное действие системного порядка. Особенно эффективны они в борьбе с клещами, другими вредными насекомыми и гельминтами. Следует сказать, что использование противопаразитарных средств системного действия имеет давнюю историю, когда наши предки, занимаясь животноводством, также сталкивались с этой проблемой. Например, в сухой корм (зерно и др.) добавляли поваренную соль, благодаря чему кровососущие клещи и другие насекомые отпадали. Сегодня все разработки учёных (химиков, биологов, энтомологов) в области исследования инсектоакарицидных средств системного действия обязательно учитывают многовековой опыт народа.

Рассмотрим результаты исследований нескольких препаратов системного действия, в которых нами использовались общепринятые в ветеринарной паразитологии и токсикологии методики [1–3].

*Ивомек* впервые был испытан нами против ряда экто- и эндопаразитов. Используется посредством инъекций, содержит эффективное противопаразитарное средство *авермектин*, разработанное фирмой «Мерк, Шарп и Даун». Это новое химическое соединение, не имеющее аналогов в мире, производится *Stertomyces avermisis S.*, присутствующим в



организме дождевых червей. Препарат представляет собой 1 %-ный раствор (в каждом его миллилитре содержится 10 мг авермектина, растворённого в глицериноформальдегидной и пропилен-гликолевой среде). Авермектин имеет сложное строение и является химически модифицированным членом группы соединений, известных как авермектины. Он состоит из пары близких гомологов, отличающихся лишь одной метильной группой (СН<sub>3</sub>) и представляет собой смесь дигидроавермектина В<sub>12</sub> и В<sub>15</sub> в соотношении 80 к 20 %. Механизм действия этого препарата уникален и не имеет аналогов, а в основе его лежит химическое вещество *нейромедиатор* – гамма-аминомасляная кислота (ГАМК), которое передаёт импульсы от одной нервной клетки к другой такой же или к клетке мышечной ткани.

У нематод *авермектин* стимулирует выделение ГАМК нервными окончаниями и усиливает её связывание с постсинаптическими ГАМК-рецепторами, блокируя таким образом передачу нервных импульсов, что вызывает у паразита паралич и гибель. Усиление ГАМК-эффекта у таких членистоногих, как чесоточные клещи и вши, аналогично действию препарата на нематод с той лишь разницей, что блокируется передача нервных импульсов от нервной клетки к клетке мышечной ткани. В этом случае также наступает паралич и гибель паразита.

Препараты *ивомек № 41262X* и *ивомек-F* испытывались нами в двух животноводческих хозяйствах Туркменистана на мелком рогатом скоте каракульской, сараджинской, тонкорунной и местных мясосальных пород (в качестве лабораторных животных использовали кроликов).

Овцы и верблюды были поражены чесоточными клещами семейств *Psoroptidae* и *Sarcoptidae* надсемейства *Sarcoptoides*, а также вшами в разных фазах развития, диктиокаулёзом и гемонхозом. Степень поражения животных определяли по общепринятым в ветеринарной паразитологии методикам. В частности, при гельминтолярвоскопических исследованиях фекалий для обнаружения личинок диктиокаул использовали метод Вайда (или Бермана).

Часть животных содержали на пастбище

и часть в стойлах, а некоторые их группы – в изолированных загонах. Загоны, боксы, навесы и другие помещения не обрабатывались химическими препаратами. Масса исследуемых овец – 25–50, верблюдов – 220–400 кг. Препарат вводили животным согласно рекомендациям фирмы-изготовителя: овцам массой 25 кг – 0,5 мл/гол., до 50 кг – 1; верблюдам – 4–8 мл/гол. (в зависимости от веса). В первые минуты после введения *ивомека № 41262X* отмечались перевозбуждение и изменения в поведении (резкие движения) животных. Через 10–15 минут это прекращалось. На введение *ивомек-F* животные не проявляли никакой реакции. Также не были отмечены токсические явления и другие отклонения от нормального физиологического состояния.

Препараты *ивомек-F* и *ивомек плюс* обладают широким спектром действия, они эффективны в борьбе с фасциолёзом жвачных животных. Исследования показали, что однократное введение *ивомека* недостаточно, так как через 20–25 дней после инъекций отмечались рецидивы, поэтому через 7–15 дней его вводили повторно и наступало полное выздоровление. После двукратных инъекций отмечалось также выздоровление животных с гельминтами диктиокаулёзом и гемонхозом. Однократные инъекции этих препаратов помогали при заражении эстрозом (с личинками II и III стадии). Выздоровление овец, поражённых вшами, регистрировали через 2–3 дня после введения препарата, но для закрепления его действия на 12–14-й день делали повторную инъекцию.

Верблюды, поражённые чесоточными клещами *Sarcoptidae*, полностью выздоравливали после двух инъекций, сделанных с интервалом 7–10 дней.

Препараты фирмы «Ивомек» испытаны на овцах сараджинской (108 голов), меринской (450), каракульской и местной курдючной (2 118 голов) породы, а также на 11 верблюдах. У животных контрольной группы наблюдали поражение эндо- и эктопаразитами разной степени. Испытания *ивомека* в осенне-зимний период показало, что действие препарата аналогично использованию нескольких инсектоакарицидных и антигельминтных средств, что говорит о его универсальности



и делает применение экономически более выгодным. Хорошие результаты были получены и при использовании *аверсекта*, *ниацида*, *экволана* и других препаратов этой серии.

Таким образом, препараты фирмы «Ивомек» характеризуются широким спектром действия на ряд экто- и эндопаразитов сельскохозяйственных животных и могут использоваться для лечения и профилактики особей с наличием разного рода паразитов. Кроме того, удобство транспортировки и использования делает их незаменимыми в условиях нашей страны.

Препарат *сульфидофос* (*байтекс*, *фентион*, *энтекс*, *лебайцид*, *тигувон*, *Байер-23493*) произведён фирмой «Фарбенфабрикен Байер» в 1958 г. Удовлетворительное акарицидное действие проявляет в дозах 10 (коровам) и 5 (телятам) мл. Через 12–14 ч после применения у клещей наступает паралич, а через 24–36 ч они погибают, причём часть спадает с животных, а часть высыхает на их кожном покрове. При выпасе на пастбищах и содержании животных в необработанных акарицидами загонах повторное нападение клещей отмечается через 2–3 дня после использования препарата.

Из группы синтетических *пиретроидов* нами испытаны два препарата: *эктопор* и

*байтикол*. Они оказались эффективными против целого ряда эктопаразитов. Кроме того, мы провели исследования по использованию некоторых растений Туркменистана, которые показали системное противопаразитарное действие. Например, с этой целью готовили порошок из корней кодоноцефалума Пико, растущего на Копетдаге и Койтендаге, и добавляли его в корм в соотношении 1:9 и 1:6. Животные поедали эту смесь и через 10–12 дней им подсаживали клещей лабораторного штамма. Наблюдения показали, что большинство подсаженных клещей погибли, и лишь несколько их самок отложили по 150–170 яиц. Это довольно мало для потенциальной продуктивности этих паразитов, что и подтвердило отсутствие выхода личинок, то есть они отложили стерильные яйца.

Таким образом, установлена эффективность описанных средств системного действия в борьбе с различными паразитами животных. Кроме того, их применение не требует использования специальной техники, горюче-смазочных материалов, электроэнергии и, что особенно важно в аридных условиях, большого количества воды, которая необходима при обработке другими способами.

Дата поступления

22 декабря 2021 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция о мероприятиях против кровососущих двукрылых насекомых (гнуса). М.: Колос, 1981.
2. Методические указания по испытанию пестицидов, предназначенных для борь-

- бы с эктопаразитами животных. М., 1973.
3. Поляков В.А., Узатов У.Я., Веселкин Г.А. Ветеринарная энтомология и арахнология. М.: Агропромиздат, 1990.

К.М. ХАЙДАРОВ

## ULGAMLY INSEKTISIDLERIŇ GURAK ŞERTLERDE ULANYLYŞY

Ulgamly sintetiki insektisidleriň (*iwomek*, *awersekt*, *niýasid*, *baýtykol*, *ektopor*) daşky mugthorlara garşy ulnylandaky täsiriniň netijeliliginiň barlaglarynyň maglumatlary getirilýär.

Şolaryňka meňzeş täsirli ýerli floranyň wekili Pikonyň garadonlysy (*Codonosifalum paecockianum*) hem ulanylypdyr.

Mallaryň daşky mugthorlaryna garşy göreş çäreleri hökmünde agzalan serişdeleriň ulanylmagynyň, adatylyryňka garanda, ykdysady taýdan amatlylygy, tygşylygy anyklanypdyr.

К.М. ХАЙДАРОВ

## USE OF SYSTEMIC INSECTICIDES IN ARID CONDITIONS

The results of research on the study of insecticides of systemic synthetic action (*ivomec*, *aversekt*, *niacid*, *baytikol*, *ectopor*) in the fight against ectoparasites are presented. The possibility of using in some cases the proportion of flora, in particular *codonocephaluma Piko* (*Codonocephalum paecockianum* Aitech et Hems), is also being considered.

It has been shown that, compared with a significant reduction in the consumption of water and other materials by ectoparasites, the use of drugs is more beneficial.

Национальный институт пустынь,  
растительного и животного мира  
Министерства охраны природы  
и земельных ресурсов Туркменистана

## ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ЦИСТООБРАЗУЮЩЕЙ НЕМАТОДЫ *Ehippiodera turcomanica*

Приводятся сведения о трофических связях цистообразующей нематоды *Ehippiodera turcomanica* с растениями Каракумов и её морфобиологических особенностях, обусловивших адаптацию к экстремальным условиям аридной зоны и, соответственно, широкое распространение.

Установлено её новое растение-хозяин – *Smirnowia turkestanica*.

Цистообразующая нематода *Ehippiodera turcomanica* (Kirjanova et Shagalina, 1965; Shagalina, Krall, 1981) трофически связана с многими видами многолетних древесно-кустарниковых растений семейства Маревые (*Chenopodiaceae*). Наиболее часто она встречается на солянке Рихтера (*Salsola richteri*) и Палецкого (*S. paletziana*), саксауле белом (*Haloxylon persicum*) и чёрном (*H. aphyllum*), её паразитирование установлено также на кандыме щетинистом (*Calligonum setosum*) и краснеющем (*C. rubens*), гармале обыкновенной (*Peganum harmala*) и др. [1,2]. Перечисленные растения являются доминантами или субдоминантами в фитоценозе Каракумов и хорошо приспособлены к аридным условиям.

Обитание *Ehippiodera turcomanica* установлено на растительности пустынных территорий, осваиваемых под выращивание сельскохозяйственных культур. Её переход на сами эти культуры пока не зафиксирован, но поражение ею сорных растений на полях под хлопком и овощами достоверно установлено. В частности, она обнаружена при исследовании прикорневой почвы и корней таких сорных растений, как марь белая (*Chenopodium album*), гулявник высочайший (*Sisymbrium altissimum*), крепкоплодник сирийский (*Euclidium syriacum*), резушка карликовая (*Arabidopsis pumila*) [3]. В апреле 2001 г. мы выявили ещё одно растение-хозяин этой нематоды – смирновия туркестанская (*Smirnowia turkestanica*) –

– наиболее распространённый на всей территории Каракумов полукустарничек высотой 50–120 см. Материал для исследований брали на участке бывшего стационара Кульбукан Института пустынь, растительного и животного мира, находившемся в 30 км северо-восточнее Ашхабада (район р. Каракум-реки). Внимание привлекли 3 особи смирновии туркестанской, которые на фоне других выделялись явно угнетённым видом. Прикорневую почву в объёме 100 см<sup>3</sup> взяли с глубины до 60 см и обнаружили в ней 3 нематоды: у одной были 3 цисты с яйцами, у двух – по 5 (для выделения их из почвы и с корневой зоны использовали общепринятые методики).

Кутикулы самок цистообразующей нематоды обладают способностью превращаться в цисту коричневого цвета и устойчивостью к внешнему воздействию, а также резко выраженным половым деморфизмом: яйца после смерти самки остаются внутри цисты, а вылупившиеся в ней личинки способны к длительному анабиозу. Кроме того, вульварный конус – фенестрация, имеет специфическое для представителей этого семейства строение. Яйца откладываются через фенестру («окно») – отверстие, образующееся путём постепенного утончения и осветления участков кутикулы вокруг губ вульвы после разрыва в момент выхода личинок. Такая светлая кутикула на каждой губе называется полуфенестрой («полуокном»).





Длина обнаруженных нами цист – 285,4–827,4 мкм, ширина – 225,1–510,4. Анально-вульварный конус обособлен от контуров тела и имеет седловидную выемку, а полуфенестры круглые. Количество самцов – 15, все червеобразной формы, длина и ширина их тела – соответственно 988,1–105,5 и 19,1–24,5 мкм.

Как все фитогельминты, рассматриваемые нематоды на переднем конце тела имеют стилет – колющий орган, с помощью которого они прокалывают стенки клеток корня растения и высасывают его содержимое. При этом в растение переносится бактериальная и вирусная инфекция, и оно погибает. На поражённых молодых корнях часто образуются боковые ответвления, формируя так называемую «бородатость».

Можно предположить трофическую причастность *Ehippiodera turcomanica* и к другим пустынным растениям, учитывая, что она является одним из самых распространённых и адаптированных к аридным условиям видов цистообразующих нематод, что обусловлено и морфобиологическими особенностями:

небольшие полуфенестры; короткая щель вульвы; наличие жировых капель под кутикулой; способность быстро (1–1,5 месяца) развиваться и во время диапаузы, на стадиях яйца и личинки в цисте и, возможно, переходить в состояние ангидробиоза в засушливый период, а также иметь трофические связи с различными растениями [3].

Таким образом, перечисленные выше особенности обеспечивают выживание *E. turcomanica* в экстремальных условиях пустыни и не исключают возможность её перехода на сельскохозяйственные культуры. В связи с этим крайне важно развивать и углублять исследования нематод, паразитирующих на сельскохозяйственных растениях. В частности, необходимо выявлять природные очаги заражения на землях, подлежащих сельскохозяйственному освоению, исследовать факторы увеличения численности и ареала нематод для разработки способов сдерживания и предотвращения этих процессов.

Дата поступления

10 февраля 2022 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кирьянова Е.С., Шагалина Л.М. Туркменская цистообразующая нематода *Heterodera turcomanica* Kirjanova et Shagalina, sp. Nov. (Nematodes : *Heteroderidae*) // Изв. АН ТССР. Сер. биол. наук. 1965. №1.

2. Шагалина Л.М., Кралль Э.Л. Новый род цистообразующих нематод *Ehippiodera* gen. n. и

переописание вида *Heterodera turcomanica* Kirjanova et Shagalina, 1965 (Nematodes: *Heteroderidae*) // Изв. АН ЭССР. Биол. 1981. Т. 30. № 3.

3. Шагалина Л.М., Мирзоянц С.Н. К изучению трофической связи цистообразующей нематоды *Ehippiodera turcomanica* Изучение животного мира Туркменистана. Ашхабад: Ёлым, 1993.

S.N. MIRZOYANS

## SISTODÖREDÝÄŇ *Ehippiodera turcomanica* NEMATODASYNÝŇ TROFIKI ARAGATNAŞYKLARY

Sistodöreyän *Ehippiodera turcomanica* nematodasynyň Garagumyň ösümlikleri bilen trofiki aragatnaşyklary we morfobiologiki häsiýetleri barada maglumatlar getirilýär.

Ilkinji gezek nematodalar üçin täze ýmit hem bukalga ösümligi - *Smirnowia turkeстана* – tapylandygy nygtalýar.

S.N. MIRZOYANTS

## TROPHIC COMMUNICATIONS OF CYSTOGENOUS NEMATODA *Ehippiodera turcomanica*

Data on trophic communications cystogenous nematode *Ehippiodera turcomanica* with Caracum desert plants and its morphological features in extreme conditions of an arid zone are resulted.

The new plant-owner is established *Smirnowia turkeстана*.

## ***В ПОМОЩЬ ПРОИЗВОДСТВУ***

DOI: 622.691/692.4

**Д.Г. ОРАЗГУЛЫЕВ**

Международный университет  
нефти и газа им. Я. Какаева  
(Туркменистан)

## **КОРРОЗИЯ ПОДЗЕМНЫХ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ В УСЛОВИЯХ АРИДНОЙ ЗОНЫ**

*Приводятся данные об особенностях коррозии трубопроводов под воздействием блуждающих токов и важности решения этой проблемы в условиях пустынных территорий Туркменистана, промышленное освоение которых в последние годы ведётся очень интенсивно. В частности, увеличиваются темпы добычи углеводородов, что требует прокладки новых трубопроводов, от безаварийной работы которых зависит не только экономическое, но и экологическое состояние региона.*

Нефтегазовая отрасль является одной из главных в развитии промышленности и экономики Туркменистана в целом. В частности, в газовой промышленности предусматривается реализация широко-масштабной программы, направленной на повышение уровня её производительного потенциала и увеличение экспорта углеводородов. Последнее зависит от наличия и обеспечения безаварийной работы трубопроводов. Однако из-за высокой коррозионной активности промысловой среды добыча и транспортировка энергоресурсов сопряжена с риском возникновения коррозии промыслового оборудования и транспортных сетей, которая влечёт за собой большие материальные потери, не говоря уже о крайне трудно восполняемом экологическом ущербе. «В экстремальных условиях аридной зоны это наиболее важно, так как уязвимость и хрупкость экосистемы пустынь требует бережного к ним отношения, в противном случае это повлечёт за собой необратимые последствия» [1]. В связи

с этим возможные аварийные повреждения определяют повышенные требования к стойкости конструкционных материалов и надёжности применяемых методов защиты.

Проблема обеспечения работоспособности и надёжности магистральных трубопроводов многопланова, но, поскольку основной причиной выявленных отказов на их линейной части является коррозионное разрушение тела трубы, одним из важнейших путей её решения должна быть эффективная противокоррозионная защита.

Электрохимический механизм коррозионного разрушения стальных сооружений трубопроводного транспорта реализуется в следующих случаях:

- эксплуатация в атмосфере воздуха или в среде любого влажного газа (атмосферная коррозия);
- работа на погружение в жидкой водной среде (жидкостная);
- подземная эксплуатация под воздействием почвенного электролита и порового воздуха (почвенная);



– подземная эксплуатация под воздействием блуждающих токов, например, стекающих с рельсов электрифицированного железнодорожного транспорта или других промышленных электроустановок, имеющих заземление (электрокоррозия);

– эксплуатация в электропроводящей коррозионной среде при наличии электрического контакта двух разнородных металлов с различным электрохимическим потенциалом, или однородных с разной структурой (контактная коррозия).

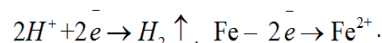
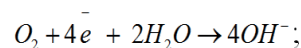
Рассмотрим более углублённо процесс коррозии трубопровода под воздействием блуждающих токов при его подземной эксплуатации и пути её предотвращения.

Известно, что электрический ток, протекающий по стальному подземному сооружению, влияет на скорость его коррозионного разрушения при стекании в грунт. Возникновение тока связано с работой электрических устройств, используемых в качестве заземления. В результате в земле появляются токи, сила и направление которых могут изменяться во времени – так называемые блуждающие [2].

Источником блуждающих токов является электрифицированный транспорт (например, железная дорога). Однако утечка тока может возникать и на промышленных предприятиях, где для технологических процессов потребляется постоянный ток, например, в электролизерах или же при использовании электросварочных аппаратов постоянного тока. Так, на гальванических производствах утечка тока происходит через железобетонные конструкции, трубопроводы и даже через загрязнённые электролитом ограждающие поверхности: ток катодной станции, если он перетекает с одного трубопровода на другой, «блуждая» в сети подземных коммуникаций.

Блуждающие токи могут быть вызваны источниками постоянного и переменного тока (последние в земле менее опасны). Протекая в грунте и встречая на своём пути подземные металлические сооружения (трубопровод, кабель и др.), блуждающие токи переходят на них, так как сопротивление металла значительно меньше, чем грунта. Блуждающие токи имеют радиус действия до нескольких десятков километров от несущих ток сооружений (например, линий электропередачи). В местах их входа в под-

земный трубопровод происходит катодный процесс, а при выходе из него в грунт образуются анодные участки:



На анодных участках металл усиленно разрушается прямо пропорционально силе стекающего тока, которая является основной характеристикой интенсивности этого процесса. Для оценки скорости разрушения подземных стальных трубопроводов обычно используют величину силы тока, стекающего с подземного сооружения в грунт, отнесённую к единице поверхности, то есть плотность тока утечки. Однако практически можно измерить лишь её линейную плотность, то есть силу тока, стекающего с единицы длины подземного трубопровода.

Блуждающие токи, помимо плотности, характеризуются и значением потенциала по отношению к ближайшей точке земли. Однако это значение указывает лишь на возможность коррозионного процесса, то есть на вход или стекание тока с подземного сооружения, но не позволяет оценить количество разрушаемой стали.

Принципиальная особенность коррозии блуждающими токами состоит в том, что её скорость практически не ограничена скоростью доставки кислорода, как при почвенной коррозии, поскольку их сила не зависит от его доставки к корродирующей поверхности, а определяется переходными сопротивлениями в системе «рельс – грунт – подземный стальной трубопровод». При этом решающее значение имеет плотность силы тока в анодной зоне трубопровода.

Дополнительное коррозионное разрушение под действием блуждающего тока становится заметным, когда плотность токов утечки достигает уровня скорости почвенной коррозии, выраженной в единицах плотности тока. На практике, как правило, плотность блуждающего тока в анодной зоне в десятки и более раз выше, чем скорость почвенной коррозии. Из-за того, что на подземные трубопроводы могут натекать токи силой в сотни ампер, а блуждающие токи стекают, как правило, через сквозные дефекты в изоляции при наличии защитного покрытия, плотность стекающих токов в отдельных случаях может быть очень вели-



ка. Отмечаются случаи, когда в анодных зонах от действия блуждающих токов сквозные дефекты в стенках труб образуются через несколько месяцев после прокладки трубопроводов.

Таким образом, если объект имеет положительный потенциал относительно другого объекта или среды, при контакте с которой возникают блуждающие электрические токи, то происходит интенсивная коррозия подземного стального трубопровода. Поэтому в качестве основных мер, предупреждающих и даже полностью защищающих подземный трубопровод от коррозии, применяют его катодную защиту. Для этого на трубу подаётся ток такой силы, который гарантирует отрицательный потенциал при любых параметрах, вызывающих возникновение блуждающих токов в почве вокруг трубопровода. В известных технических решениях [2] на трубу подаётся потенциал 6 кВ. Считается, что при любых реальных значениях среды и электролита в цепи отсутствует положительный ток, который вызывает коррозию. Происходит так на-

зываемая катодная защита трубопровода от блуждающих токов, которая достаточно эффективна. Так как точную величину и протяжённость поля действия блуждающих токов невозможно вычислить, труба разбивается на участки, на которые подаётся напряжение, обеспечивающее «нулевые» (малые) токи между ней и окружающей её средой. «Уравнительный» ток между участками будет протекать по трубе, не вызывая коррозию. Причём, нулевое значение тока между трубой и окружающей средой можно поддерживать автоматически с помощью специальных средств аналоговой электроники.

Поскольку природный потенциал пустыни Каракумы является стратегическим резервом для настоящего и будущих поколений туркменистанцев, а её территория – ареной интенсивного промышленного освоения, крайне важно помнить об уязвимости этой хрупкой экосистемы.

Дата поступления

12 июня 2021 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаев А.Г. Жизнь в науке о пустынях. Ашхабад, 2014.
2. Ярославцева О.В., Рудой В.М., Останин Н.И., Останина Т.Н., Трофимов А.А. Теория и технология электрохимических методов защиты от коррозии. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016.

D.G. ORAZGULYÝEW

## GURAK ZOLAGYŇ ŞERTLERINDE ÝERASTY POLAT TURBAGEÇIRIJILERIŇ POSLAMASY

Azaşan toklaryň täsiri astynda turbageçirijileriň poslamagynyň aýratynlyklary we soňky ýyllarda senagatyň güýçli depginde ösmeginde Türkmenistanyň çöllük sebitlerinde bu meseläni çözmegiň ähmiýeti barada maglumatlar berilýär. Hususan-da, uglewodorodlaryň öndürlişiniň ýokarlanmagy diňe bir täze turbageçirijileriň çekilmegini we heläkçiliksiz işlemegini däl-de, eýsem sebitiň ykdysady we ekologik ýagdaýyna hem baglydygynyň hökmany suratda hasaba alynmalygyny talap edýär.

D.G. ORAZGULYEV

## CORROSION OF UNDERGROUND STEEL PIPELINES IN THE CONDITIONS OF THE ARID ZONE

The data on the peculiarities of pipeline corrosion under the influence of stray currents and the importance of solving this problem in the conditions of the desert territories of Turkmenistan, the industrial development of which has been very intensive in recent years, is presented. In particular, the rate of hydrocarbon production is increasing, which requires the laying of new pipelines, on the trouble-free operation of which depends not only the economic, but also the ecological state of the region.



## ЮБИЛЕИ

### ПИРЛИ АЖДАРОВИЧУ КЕПБАНОВУ – 60 лет

Кепбанову Пирли Аждаровичу кандидату биологических наук директору Национального института пустынь, растительного и животного мира Министерства сельского хозяйства и охраны окружающей среды Туркменистана исполнилось 60 лет.

В 1985 г. он окончил Туркменский государственный университет им. Махтумкули по специальности «биология» и был направлен на работу в среднюю школу № 22 г. Ашхабада.

Интерес к науке возник уже в студенческие годы, поэтому молодой специалист сочетал педагогическую деятельность с научной и в 1987 г. поступил в аспирантуру при Туркменском госуниверситете. Темой его исследований стала растительность барханных песков пустыни Каракумы. В 1995 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Биология и культура летних однолетников барханных песков Каракумов».

С 1989 г. работал преподавателем на кафедре ботаники ТГУ, старшим преподавателем, был заместителем декана биолого-географического факультета и заведующим кафедрой ботаники.

С 2010 г. заведовал Лабораторией геоботаники и растительных ресурсов Института ботаники АН Туркменистана, с 2014 г. – Лабораторией геоботаники Национального Гербарного фонда Института биологии и лекарственных растений АН Туркменистана.

В 2019 г. после реорганизации Института биологии и лекарственных растений АН Туркменистана был назначен замести-

телем директора Национального института пустынь, растительного и животного мира Министерства сельского хозяйства и охраны окружающей среды Туркменистана, а в 2020 г. стал его руководителем. Научную деятельность Пирли Аждарович сочетает с преподавательской, читая лекции по курсу «Физиология растений» в ТГУ им. Махтумкули.

П.А. Кепбановым опубликованы многочисленные статьи в научных журналах, пособия и учебники. Он активно популяризирует науку в средствах массовой информации. Его многочисленные статьи в газетах и журналах, выступления по телевидению, в школах, различных организациях природоохранного профиля всегда вызывают интерес и находят широкий отклик общественности. Активность и широкий круг интересов учёного, его доброжелательность и отзывчивость снискали уважение коллег и студентов.

Сердечно поздравляем Пирли Аждаровича с юбилейной датой, желаем ему здоровья и успехов в развитии туркменской ботанической науки.

**Национальный институт пустынь, растительного и животного мира Министерства сельского хозяйства и охраны окружающей среды Туркменистана  
Туркменский государственный университет  
им. Махтумкули  
Редакционная коллегия  
Международного научно-практического журнала  
«Проблемы освоения пустынь»**

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| Дуриков М.Х., Непесов М.Д. Борьба с деградацией земель в Туркменистане .....  | 5  |
| Овезберыева А. Интеграция сельского и водного хозяйства Туркменистана в планы по адаптации к изменению климата .....  | 14 |
| Евжанов Х., Гаррыева А., Бегмырадова О. Перспективы комплексного использования минерализованных подземных вод .....   | 20 |
| Гелдыев Х., Непесов Р. Безотходная технология очистки загрязнённых пластовых вод ...  | 25 |
| Пенджиёв А.М., Назаров С.Г. Влияние ветровой нагрузки на работу солнечных электрических станций в Каракумах .....   | 29 |
| Мурадов Ч.М., Петрова Н.В., Голинский Г.Л., Рахимов А.Р., Безменова Л.В., Карцева Л.А., Эсенов Э.М. Детальное сейсмическое районирование территории Балканского велаята Туркменистана ..... | 34 |
| Сарыев К., Оразбердыева М., Матъякубов А. Особенности выращивания <i>Clorella vulgaris</i> штамма IFR № С-111 в Туркменистане .....   | 40 |
| Курбанмамедова Г.М., Атаханов Г.О., Юсупов Г.Ю. Дикорастущие плодовые растения Юго-Западного Копетдага .....  | 47 |
| Акмурадов А.А., Гадамов Д.Г., Бердиев Б.Р. Лекарственные сырьевые ресурсы некоторых видов полыней Центрального Копетдага .....  | 54 |
| Хыдыров П. Панцирные клещи Койтендага .....   | 58 |
| Нургельдыев Я. Эксплуатация гидротехнических сооружений в средневековом Туркменистане .....   | 62 |

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

|  |    |
|--|----|
| Реджепов С.А. Водно-физические и химические свойства песков в зоне Туркмендерьи .....                                | 65 |
| Бушмакин А.Г. Металлогенный потенциал термальных вод Челекена .....  | 68 |
| Агаева Л.А., Байрамова И.А. Региональные изменения территории Дашогузского велаята в связи с техногенезом .....      | 72 |
| Дурдыев Б., Арязмова О., Керимова А. Фитомелиоративные севообороты на засоленных почвах.....                         | 75 |
| Агаева С.С. Новые местонахождения некоторых видов флоры Туркменистана .....  | 78 |
| Лоллекова М.О. Состояние и перспективы изучения насекомых-вредителей шелковицы и их энтомофагов в Туркменистане..... | 81 |
| Хайдаров К.М. Использование системных инсектицидов в условиях аридной зоны .....                                     | 85 |
| Мирзоянц С.Н. Трофические связи цистообразующей нематоды <i>Ephippiodera turcomanica</i> .....                       | 88 |

## В ПОМОЩЬ ПРОИЗВОДСТВУ

|  |    |
|--|----|
| Оразгулыев Д.Г. Коррозия подземных трубопроводов в условиях аридной зоны ..... | 90 |
|--|----|

## ЮБИЛЕИ

|   |    |
|---|----|
| Кепбанову Пирли Ашдаровичу – 60 лет ..... | 93 |
|---|----|

## MAZMUNY



|  |    |
|--|----|
| <b>Durikow M.H., Nepesow M.D.</b> Türkmenistanda ýerleriň zaýalanmagyna garşy göreş .....  | 5  |
| <b>Öwezberdiýewa A.</b> Klimatyň üýtgemegine uýgunlaşmagyň meýilnamalaryna oba we suw hojalygynyň meselelerini ornaşdyrylmagy .....  | 14 |
| <b>Ýowjanow H., Garryýewa A., Begmyradowa O.</b> Ýerasty minerallaşan suwlary toplumlaýyn ulanmagyň geljegi .....  | 20 |
| <b>Geldiýew H., Nepesow R.</b> Hapa gatlak suwlaryny arassalamagyň galyndysyz tehnologiýasy .....  | 25 |
| <b>Penjiýew A.M., Nazarow S.G.</b> Garagumdaky gün elektrik stansiýasynyň işleýşine ýelden düşýän güýjüň täsiri .....  | 29 |
| <b>Muradow Ç.M., Petrowa N.W., Golinskiý G.L., Rahimow A.R., Bezmenowa L.W., Karsewa L.A., Esenow E.M.</b> Türkmenistanyň Balkan welaýatynyň çäginde seýsmik taýdan jikme-jik etraplaşdyrmak ..... | 34 |
| <b>Saryýew K., Orazberdiýewa M., Matýakubow A.</b> Türkmenistanda <i>Chlorella vulgaris</i> ştam IFR №C-111 suwotuny ösdürip ýetişdirmegiň aýratynlyklary .....                                    | 40 |
| <b>Gurbanmämmadowa G.M., Atahanow G.O., Ýusupow G.Ýu.</b> Günorta-Günbatar Kopet-dagynyň ýabany ösýän miweli ösümlikleri .....   | 47 |
| <b>Akmyradow A.A., Gadamow D.G., Berdiýew B.R.</b> Merkezi Köpetdagiň käbir ýowşanlarynyň dermanlyk çig mal baýlyklary .....   | 54 |
| <b>Hydyrow P.R.</b> Köýtendagiň çanakly sakyrtygaly .....  | 62 |
| <b>Nurgeldiýew Ý.</b> Orta asyr Türkmenistanyň gidrotehniki desgalaryň ulanylyşy .....   |    |

## GYSGA HABARLAR

|  |    |
|--|----|
| <b>Rejepow S.A.</b> Türkmen derýasynyň zolagyndaky çägeleriň suw-fiziki we himiki häsiýetleri .....                              | 65 |
| <b>Buşmakın A.G.</b> Çelekeniň ýyly suwlarynyň metallylyk mümkinçiligi .....   | 68 |
| <b>Agayewa L.A., Baýramowa I.A.</b> Tehnogenez sebäpli Daşoguz welaýatynyň çäklerinde sebitleýin üýtgeşmeler .....               | 72 |
| <b>Durdyýew B., Arzýamowa O., Kerimowa A.</b> Şorlaşan topraklaryň fitomelioratiw ekin dolanyşygy .....                          | 75 |
| <b>Agayewa S.S.</b> Türkmenistanyň florasynyň käbir görnüşleriniň täze tapylan ýerleri .....                                     | 78 |
| <b>Lollekowa M.O.</b> Türkmenistanda tuduň zyýanly mör-möjeklerini we olaryň entomofaglaryny öwrenmegiň ýagdaýy we geljegi ..... | 81 |
| <b>Haýdarow K.M.</b> Ulgamly insektisidleriň gurak şertlerde ulanyşy .....   | 85 |
| <b>Mirzoýans S.N.</b> Sistodöredýän <i>Ephippiodera turcomanica</i> nematodasynyň trofiki aragatnaşyklary .....                  | 88 |

## ÖNÜMLÇILIGE KÖMEK

|  |    |
|--|----|
| <b>Orazgulyýew D.G.</b> Gurak zolagyň şertlerinde ýerasty polat turbageçirijileriň poslamasy ..... | 90 |
|--|----|

## ÝUBILEÝLER

|   |    |
|---|----|
| <b>Pirli Aždarowiç Kepbanow – 60 ýaşady</b> ..... | 93 |
|---|----|

## CONTENTS

|   |    |
|---|----|
| <b>Durikov M.H., Nepesov M.D.</b> Combating land degradation in Turkmenistan .....  | 5  |
| <b>Ovezberdiyeva A.</b> Integrating agriculture and water management issues into the climate change adaptation plans .....  | 14 |
| <b>Evzhanov H., Garryyeva A., Begmyradova O.</b> The state and prospects of comolex use of underground mineralized water .....  | 20 |
| <b>Geldiyev H., Nepesov R.</b> Zerowaste technology for the treatment of contaminated strata water..  | 25 |
| <b>Pendjiyev A.M., Nazarov S.G.</b> Wind load on solar power plant in Karakum .....   | 29 |
| <b>Muradov Ch.M., Petrova N.V., Golinskiy G.L., Rahimov A.R., Bezmenova L.V., Kartseva L.A., Esenov E.M.</b> Detailed seismic zoning of the territories of Balkan velayat of Turkmenistan ..... | 34 |
| <b>Saryev K., Orazberdieva M., Matyakubov A.</b> Features of growing <i>Chlorella vulgaris</i> strain IFR №C-111 in Turkmenistan .....  | 40 |
| <b>Kurbanmamedova G.M., Atakhanov G.O., Yusupov G.Yu.</b> The wild fruit plants of the South-Western Kopetdag .....   | 47 |
| <b>Akmuradov A.A., Gadamov D.G., Berdiyev B.R.</b> Medicinal raw materialis of some wormwood of the Central Kopetdag .....  | 54 |
| <b>Hydyrov P.R.</b> Oribatid mites of the Koytendag mountain .....  | 58 |
| <b>Nurgeldiyev Ya.</b> Service conditions of hydraulic engineering constructions in medieval Turkmenistan .....   | 62 |

### BRIEF COMMUNICATIONS

|   |    |
|---|----|
| <b>Rejepov S.A.</b> Water-physikal and chemikal properties of the sands along the Turkmenderya river .....                  | 65 |
| <b>Bushmakin A.G.</b> Metallogenic potential of termal waters of Cheleken .....   | 68 |
| <b>Agaveva L.A., Bayramova I.A.</b> Regional changes of territory Dashoguz region in connection with technogenesis .....    | 72 |
| <b>Durdiyev B., Arzyamova O., Kerimova A.</b> Phytomeliorative crop rotations on the salinity soils .....                   | 75 |
| <b>Agaveva S.S.</b> New sites of some kinds in flora of Turkmenistan .....  | 78 |
| <b>Lollekova M.O.</b> Current state and prospects of studying mulberry insects and their entomophages in Turkmenistan ..... | 81 |
| <b>Haydarov K.M.</b> Use of systemic insecticides in arid conditions .....  | 85 |
| <b>Mirzoyants S.N.</b> Trophic communications of cystogenous nematoda <i>Ephippiodera turcomanica</i> .....                 | 88 |

### PRODUCTION AIDS

|   |    |
|---|----|
| <b>Orazgulyev D.G.</b> Corrosion of underground steel pipelines in the conditions of the arid zone .. | 90 |
|---|----|

### JUBILEE

|  |    |
|--|----|
| <b>Pirli Ashdarovich Kepbanov – 60th of birthday .....</b> | 93 |
|--|----|



**Главный редактор академик А.Г. Бабаев**

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

**М.Х. Дуриков** (Туркменистан, зам. гл. ред.), **И.С. Зонн** (Россия), **П.А. Кепбанов** (Туркменистан), **Лю Шу** (Китай), **Р.М. Мамедов** (Азербайджан), **А.Р. Медеу** (Казахстан), **Х.Б. Мухаббатов** (Таджикистан), **И.К. Назаров** (Узбекистан), **Н.С. Орловский** (Израиль), **Э.А. Рустамов** (Туркменистан), **Дж. Сапармуратов** (Туркменистан), **И.П. Свинцов** (Россия), **А. Язкулыев** (Туркменистан)

Журнал выпущен при финансовой поддержке Регионального проекта Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) и Глобального экологического фонда (ГЭФ) «Комплексное управление природными ресурсами в подверженных засухе и засоленным сельскохозяйственным производственным ландшафтах Центральной Азии и Турции (ИСЦАУЗР-2)»

Ответственный секретарь журнала *Г.М. Курбанмамедова*

Редактор *Н.И. Файзулаева*

Компьютерная вёрстка *М.К. Гулемирова*

Подписано в печать 01.06.2022 г. Формат 60x84 1/8

Уч.-изд.л 10,5 Усл. печ.л. 11,0 Тираж 300 экз. Набор ЭВМ

А - 109503

---

Адрес редакции: Туркменистан, 744000, г. Ашхабад, ул. Битарап Туркменистан, дом 15,

Телефоны: (993-12) 94-22-57. Факс: (993-12) 94-22-16.

E-mail [durikov@mail.ru](mailto:durikov@mail.ru) [tarnat2020@mail.ru](mailto:tarnat2020@mail.ru)

Сайты в Интернете: [www.natureprotection.gov.tm](http://www.natureprotection.gov.tm), [www.science.gov.tm](http://www.science.gov.tm)