

ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ПУСТЫНЬ

1-2.2026



**ПРЕЗИДЕНТ ТУРКМЕНИСТАНА
СЕРДАР БЕРДЫМУХАМЕДОВ**

TÜRKMENISTANYŇ DAŞKY GURŞAWY GORAMAK MINISTRIGI
ÇÖLLER, ÖSÜMLIK WE HAÝWANAT DÜNYÄSI MILLI INSTITUTY

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

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

ÇÖLLERI ÖZLEŞDIRMEGIŇ MESELELERI

ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ПУСТЫНЬ

PROBLEMS OF DESERT DEVELOPMENT

1-2
2026

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 охраны
окружающей среды Туркменистана, 2026



DOI: 582.26:620.3:631.461

А.К. РАХМАНОВА
Д.Г. ГАДАМОВ
А.А. АКМУРАДОВ

Международный научно-технологический парк
Академии наук Туркменистана

НАНОЧАСТИЦЫ ВОДОРΟΣЛЕЙ КАК ИНСТРУМЕНТ БОРЬБЫ С ОПУСТЫНИВАНИЕМ И ДЕГРАДАЦИЕЙ ПОЧВ КАРАКУМОВ

Приводятся результаты исследований по закреплению подвижных песков и улучшению состояния песчаных почв Каракумов посредством использования наночастиц водорослей, которые могут стать основой для разработки устойчивых и экологически безопасных технологий борьбы с опустыниванием и деградацией почв в аридном климате.

Рассматриваются физико-химические свойства наночастиц, полученных из синезелёных и бурых микроводорослей, механизм их воздействия на песчаные почвы, перспективы применения для восстановления её структуры и повышения влагоудерживающей способности. Результаты исследований свидетельствуют о высоком потенциале использования биоинженерных нанотехнологий для создания экологически безопасных методов рекультивации земель на аридных территориях.

Пустыня Каракумы занимает более 80 % территории Туркменистана. Интенсивный выпас скота, изменение климата и нерациональное использование земельных ресурсов обуславливают деградацию почв, дефляцию и образование подвижных песков. Традиционные методы борьбы с опустыниванием посредством механического закрепления песков или посадки растений требуют значительных затрат и не всегда обеспечивают эффект в долгосрочной перспективе. Нано-биотехнологии же открывают широкие возможности для решения этой проблемы. Использование биосовместимых и биоразлагаемых наноматериалов на основе природных источников – эффективный и экологический способ восстановления структуры почвы и улучшения её качества. Особый интерес представляют

наночастицы водорослей, так как они отличаются богатым химическим составом и способностью взаимодействовать с минеральной матрицей почвы [7].

Характеристика почв пустыни Каракумы и биоинженерия. Почвы Каракумов (в основном такыры и песчаные) характеризуются низким содержанием органического вещества, слабой водоудерживающей способностью, отсутствием стабильных агрегатов и дефицитом питательных веществ. Высокая инсоляция, сильные ветры и дефицит влаги создают экстремальные условия для жизнедеятельности растений и микроорганизмов [3,4].

В связи с этим ключевыми задачами биоинженерии в этом регионе являются:

– *увеличение водоудерживающей способности почвы* посредством создания



микроструктур, связывающих воду и замедляющих её испарение;

– **формирование стабильных почвенных агрегатов** для предотвращения ветровой эрозии (дефляции) и стабилизации верхнего слоя почвы;

– **насыщение почвы питательными веществами** посредством внесения макро- и микроэлементов;

– **создание благоприятной среды для развития микробиоты** путём стимулирования роста почвенных микроорганизмов, поддерживающих круговорот питательных веществ.

Технология разработки наночастиц из водорослей включает несколько этапов: культивирование биомассы, её обработка, выделение целевых наноструктур (рис.1).

В данном исследовании использовалась типовая технологическая схема: культивирование и сбор биомассы. Исходным сырьём служили синезелёные (*Cyanobacteria*) и бурые (*Phaeophyceae*) водоросли. Культивирование проводилось в биореакторах в условиях, оптимизированных для максимального накопления биомассы и целевых полисахаридов. После достижения необходимой плотности биомасса собиралась методом центрифугирования, что позволило отделить клетки водорослей от культуральной среды. Затем она высушивалась, обрабатывалась, проводилась экстракция и наноизмельчение. Наночастицы из обработанной биомассы получали посредством соникации – интенсивного воздействия ультразвука до появления микропузырьков, которые, лопаясь, генерируют локальные ударные волны,

разрушающие клеточные фрагменты до наноразмера, и гомогенизации – высокого (до 100 Мпа) давления на биомассу для её измельчения. Затем методом дифференциально-центрифугирования суспензия наночастиц очищалась от крупных фрагментов [2,6], после чего они высушивались и исследовались посредством:

– динамического светорассеивания (DLS) для определения размера частиц и их распределения (при этом установлено, что основной фракцией являются частицы размером 50–200 нм);

– сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии (JSM-7500F) для определения морфологии и структуры наночастиц;

– спектрофотометрии для установления поглощающей способности и пропускания света образцом, его состава и химических свойств («Photocormini», «Shimadzu UV-3600»).

Состав и свойства наночастиц из синезелёных и бурых водорослей. Эти наночастицы представляют собой биоконкомпозит, состоящий из множества органических и неорганических компонентов, обеспечивающих их уникальные свойства [3,5]. Химический состав на 40–50 % представлен полисахаридами: в основном такими высокомолекулярными углеводами, как целлюлоза, пектин и альгинаты. Именно они обуславливают гелеобразование и водоудерживающую способность, а также выступают в роли «биоклея», связывая песчаные частицы в агрегаты [10]. В состав наночастиц (25–35 %) входят белки, богатые аминокислотами, которые служат источником азота для почвенной микрофлоры.



Рис.1. Биомасса синезелёных и бурых водорослей, выращенная в лабораторных условиях

ры и растений, а также участвуют в агрегации почвы, создавая устойчивые комплексы с минеральными частицами; липиды (10–15 %) – жиры и жирные кислоты, способствующие созданию гидрофобных микрослоёв, благодаря чему замедляется процесс испарения влаги из почвы; минеральные макро- и микроэлементы (5–10 %) – азот, фосфор, калий, железо, магний, кальций, обеспечивающие питание растений и активизирующие деятельность почвенной микрофлоры; фитогормоны и витамины (менее 1 %), которые несмотря на их малую концентрацию, играют ключевую роль в стимуляции роста растений, ускоряя прорастание семян и развитие корневой системы.

Комплекс элементов наночастиц, полученных из синезелёных и бурых водорослей, не только обеспечивает физическую модификацию почвы, но и улучшает её качество (рис. 2,3), обеспечивая полноценную биостимуляцию.

Необходимость использования таких наночастиц в биоинженерии почв обусловлена уникальностью их свойств:

– *богатый химический состав* (полисахариды (например, альгинаты), белки, липиды, аминокислоты, витамины и фитогормоны, которые служат естественным биостимулятором роста растений и микроорганизмов);

– *высокая сорбционная способность* (полисахариды и другие биополимеры водорослей могут образовывать гелеобразные

структуры, которые эффективно удерживают влагу, а альгинаты способны поглощать такое количество воды, которое в сотни раз превышает их собственный вес);

– *биоразлагаемость и экологическая безопасность* (в отличие от многих синтетических наноматериалов наночастицы водорослей разлагаются в почве, не оставляя токсичных следов и не накапливаясь в окружающей среде);

– *наноразмер* (1–100 нм) частиц обеспечивает глубокое проникновение их в почву, благодаря чему она становится пористой, а также аэрацию и удержание влаги на микроуровне.

Для подтверждения эффективности действия наночастиц водорослей были проведены лабораторные (имитирующие условия пустыни Каракумы) и полевые эксперименты [8]. Наночастицы (0,1–1 % по массе) вносились в песчаный субстрат и проводился его анализ по следующим показателям.

Влагоудерживающая способность.

Внесение наночастиц *Cyanobacteria* и *Phaeophyceae* в концентрации 0,5 % позволило увеличить водоудерживающую способность песчаной почвы на 65 % по сравнению с контролем. Этот эффект объясняется гелеобразующими свойствами полисахаридов (альгинатов и пектинов), содержащихся в наночастицах, которые создают сеть микрокапилляров, связывающих и удерживающих молекулы воды.



Рис. 2. Испытание био-нанокompозитных материалов в условиях пустыни



Рис.3. Апробация технологии закрепления песков методом внесения фототрофных микроорганизмов

Формирование почвенных агрегатов и противозрозионная стойкость. Обработанные наночастицами образцы почвы демонстрировали (рис. 4) значительно более высокую степень агрегации: в среднем от 0,1 (контроль) до 0,8 мм. Тесты на ветровую эрозию (дефляцию) показали, что на обработанных наночастицами участках потеря почвенного материала сократилась на 75 %. Образование стабильных агрегатов предотвращает разрыхление верхнего слоя почвы и её вынос ветром [1,11].

Стимуляция роста растений. Семена джужгуна (*Calligonum polygonoides*) – местного засухоустойчивого вида, на обработанной наночастицами почве проросли в среднем на 3-4 дня быстрее, чем в контроле, и через 30 дней сухая биомасса их была на 45 % выше. Отмечено также более интенсив-

ное развитие корневой системы растений за счёт улучшения их доступа к влаге и питательным веществам.

Результаты использования наночастиц водорослей в качестве «биоинженерного инструмента» для восстановления почв Каракумов демонстрируют их высокий потенциал и возможность не только эффективно бороться с опустыниванием, но и создавать условия для рекультивации деградированных земель. Это особенно важно в условиях ведения пастбищного животноводства [9].

Дальнейшие исследования будут направлены на:

- **оптимизацию методов получения наночастиц** (разработка экономически эффективных и масштабных технологий для производства наноматериалов из местных водорослей);
- **изучение их воздействия в долгосроч-**



Рис.4. Формирование почвенных агрегатов после применения наночастиц водорослей



ной перспективе (оценка экологического эффекта и стабильности почвенных структур);
– **разработку комбинированных технологий** (использование наночастиц в сочетании с посадкой засухоустойчивых растений и применением мелиоративных смесей).

Таким образом, внедрение нанотехнологий на основе использования природных биоресурсов может стать важнейшим ин-

струментом для разработки устойчивых и инновационных подходов к решению проблемы восстановления пустынных экосистем.

Дата поступления
15 сентября 2025 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексахина Т.И., Штина Э.А.* Почвенные водоросли лесных биогеоценозов. М.: Наука, 1984.
2. *Андреюк Е.И., Коптева Ж.П., Занина В.В.* Цианобактерии. Киев: Наукова думка, 1990.
3. *Бабьева И.П., Зенова Г.М.* Биология почв. М.: Изд-во МГУ, 1989.
4. *Бажина Е.В.* Взаимосвязь некоторых почвенных водорослей и грибов // Современное состояние и перспективы изучения почвенных водорослей в СССР. Киров, 1966.
5. *Баулина О.И.* Ультраструктурная пластичность цианобактерий: Автореф. дис... д-ра биол. наук. М., 2005.
6. *Бекасова О.Д., Никаидров В.В.* Взаимодействие цианобактерий с тяжёлыми металлами: Автотрофные микроорганизмы. М.: МАКС-Пресс, 2000.
7. *Бреховских А.А.* Защитные механизмы автотрофной цианобактерии *Nostoc muscovum* от токсического воздействия ионов кадмия: Автореф. дис... канд. биол. наук. М., 2006.
8. *Карпов М., Жиздюк А., Наумова О.* Обоснование использования биобетонов для строительства гидротехнических сооружений // Евразийская наука. 2022. Т. 14. №5.
9. *Кондратьева Е.Н.* Фототрофные микроорганизмы. М.: Изд-во МГУ, 1989.
10. *Фишман Р.* Бригада бактерий // Популярная механика. 2017. №6.
11. *Mazumdar T.* Characterization and screening of beneficial bacteria obtained on King's B agar from tea rhizosphere // Indian Journal of Biotechnology. 2007. Vol. 6, Iss: 4.

A.K. RAHMANOVA, D.G. GADAMOW, A.A. AKMYRADOW

GARAGUMYŇ ÇÖLLEŞMEGINE WE TOPRAGYNYŇ DEGRADASIÝASYNA GARŞY GÖREŞMEKDE SUWOTULARYŇ NANOBÖLEJIKLERINI GURAL HÖKMÜNDE ULANMAK

Makalada suwotularyň nanobölejiklerini ulanmak arkaly Garagumuň süýşýän çägelini berkitmek we çägesow topraklarynyň ýagdaýyny gowulandyrmak boýunça geçirilen barlaglaryň netijeleri getirilýär. Bu bölejikler gurak howa şertlerinde çölleşmäge we topragyň zaýalanmagyna garşy durnukly hem-de ekologiýa taýdan howpsuz tehnologiýalary işläp düzmek üçin esas bolup biler. Gök-ýaşyl we goňur suwotularyndan alnan nanobölejikleriniň fiziki-himiki häsiýetleri, olaryň çäge topraklaryna täsir ediş mehanizmi we topragyň gurluşyny dikeltmekde hem-de suw saklaýjylyk ukybyny ýokarlandyrmakda ulanmagyň mümkinçilikleri öwrenilýär. Netijeler gurak howa şertlerinde zaýаланан yerleri rekultiwasiýa etmek üçin ekologiýa taýdan howpsuz usullary döretmekde bioinženerçilik nanotehnologiýalaryny ulanmagyň ýokary mümkinçiliklerini tassyklaýar.

A.K. RAHMANOVA, D.G. GADAMOV, A.A. AKMYRADOV

ALGAE NANOPARTICLES AS A TOOL FOR COMBATING DESERTIFICATION AND DEGRADATION IN THE KARAKUM DESERT

The article presents the results of research on fixing shifting sands and improving the condition of the Karakum sandy soils using algae nanoparticles. These particles can serve as a basis for developing sustainable and environmentally safe technologies to combat desertification and soil degradation in arid climates. The physicochemical properties of nanoparticles obtained from blue-green and brown microalgae, the mechanism of their impact on sandy soils, and the prospects for their use in restoring soil structure and increasing its water-holding capacity are discussed. The results confirm the high potential of using bioengineered nanotechnologies to create environmentally safe methods for the reclamation of degraded lands in arid conditions.

Е.В. ЦВЕТНОВ, Н.А. МАРАХОВА
П.Р. РЕЙМОВ, Н.К. МАМУТОВ
Я.Г. ХУДАЙБЕРГЕНОВ, О.Г. СУЛТАШОВА

Московский государственный университет
 им. М.В. Ломоносова (Россия)
 Каракалпакский государственный университет
 им. Бердаха (Узбекистан)

ВЛИЯНИЕ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ НА ПРОДОВОЛЬСТВЕННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Приводится модифицированный алгоритм расчёта ежегодных показателей состояния сельскохозяйственных угодий Узбекистана, разработанный по методике нейтрального баланса деградации земель с целью определения влияния этого процесса на продовольственную безопасность страны в 2010–2022 гг.

По результатам расчёта установлено, что площадь улучшенных пахотных земель в эти годы стабильно увеличивалась, в то время как состояние пастбищных территорий ухудшалось.

Показано, что увеличение площади деградированных пастбищных земель может поставить под угрозу продовольственную безопасность страны в долгосрочной перспективе.

Рекомендован комплексный подход к решению этой проблемы.

Продовольственная безопасность определяет развитие и само существование любой страны и зависит от состояния сельскохозяйственных земель. Их деградация обуславливает снижение урожайности и качества продукции, а также доходов её производителей, следствием чего является рост потребительской цены [29]. Особенно сказывается влияние деградации земель на продовольственную безопасность в странах Центральной Азии.

Состояние земельных ресурсов Республики Узбекистан во многом определяет её социально-экономическое развитие. Деградация сельхозугодий здесь проявляется в различных формах – опустынивание, засоление и эрозия почв, а, как следствие, – истощение их плодородия и дегумификация [1]. Эти процессы обусловлены как природными факторами (в первую очередь засушливым климатом), так и антропогенным воздействием. Поэтому так важна комплексная оценка влияния деградации земель на про-

дольственную безопасность страны. Основной трудностью её проведения является недостаток пространственно-временных данных, а также сложность одновременного учёта различных биофизических и экономических факторов.

В связи с этим необходимо совершенствовать методологию определения взаимосвязи деградации земель и продовольственной безопасности, а также использовать новые алгоритмы анализа пространственных данных (дистанционное зондирование и ГИС).

Мониторинг состояния продовольственной безопасности проводится двумя методами: посредством использования системы индикаторов и интегральных оценок [5,24]. Первый предполагает учёт каждой её составляющей и позволяет детально анализировать конкретную область (индикаторы ФАО), второй – объединение отдельных показателей в единый индекс (глобальный индекс продовольственной безопасности).



При этом в обоих случаях учитываются социально-экономические факторы, тогда как экологическому уделяется недостаточно внимания. В связи с этим предлагается дополнить оба подхода оценкой влияния деградации: в первом случае использовать отдельные показатели аграрного производства; во втором – модифицированный интегральный индекс продовольственной безопасности (ИИПБ). Последний разработан для её комплексного анализа на евразийском пространстве по четырём компонентам – *наличию, доступности, стабильности и использованию продовольствия* [13], связанным восемью субиндексами. В рамках расчёта ИИПБ деградация земель рассматривается как один из факторов, влияющих на компонент стабильности продовольственной безопасности, и как доля этих территорий в общей площади страны. Расчёт проводится по модифицированной методике нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ).

Для оценки деградации земель посредством использования обоих подходов применена методика НБДЗ [27], основанная на привлечении данных дистанционного зондирования Земли и разработанная в рамках Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием как инструмент мониторинга достижения Цели устойчивого развития 15.3. Методика обеспечивает комплексную оценку деградации земель и сопоставимость результатов для различных территорий и временных периодов.

Оценка предусматривает анализ изменения состояния земельных ресурсов по трём прокси-индикаторам – продуктивность, смена наземного покрова, запасы органического углерода в 30-сантиметровом слое почвы [25]. По ним формируется ключевой агрегированный показатель – доля деградированных земель в общей площади анализируемой территории. Выбор указанных индикаторов обусловлен трактовкой деградации земель как процесса снижения или утраты биологической и экономической продуктивности, а также структурной устойчивости неорошаемых и орошаемых пахотных территорий, пастбищных угодий, лесов и редколесий под воздействием природных и антропогенного факторов [26].

Алгоритм расчёта (рис. 1), реализованный на базе специализированного модуля Trends. Earth платформы QGIS [28], предполагает два идентичных вычислительных контура: для так называемой базовой линии и для периода сравнения (с последующим сопоставлением результатов). Базовая линия служит отправной точкой оценки прогресса/регресса в достижении НБДЗ (оптимальным для глобальных оценок принят 16-летний период (2000–2015 гг.), за который определяется динамика по всем рассматриваемым индикаторам).

Сравнение индикаторов в момент проведения оценки с базовой линией позволяет определить динамику показателей, включая изменение доли деградированных/улучшен-



Рис. 1. Алгоритм расчёта индикатора ЦУР 15.3.1:

1 – доля деградированных земель; 2 – стабильных; 3 – улучшенных



ных земель в общей площади анализируемой территории, а также установить, достигнут ли НБДЗ относительно состояния, зафиксированного в базовом периоде. Момент проведения оценки соответствует конечному году периода прогресса, для которого динамика индикаторов рассчитывается по методике, идентичной базовой линии.

Сопоставление данных осуществляется следующим образом: если пиксель в период прогресса классифицируется как «деградированный», то независимо от его статуса в базовой линии фиксируется факт деградации.

Выбор базовой линии в пределах 2000–2015 гг. обусловлен рядом методологических причин. Начальная точка периода определяется появлением сопоставимых и непрерывных спутниковых данных, пригодных для анализа динамики наземного покрова и продуктивности земель. Выбор конечной точки связан с тем, что 16-летний интервал позволяет охватить значительную часть естественной межгодовой изменчивости, прежде всего, климатической, что снижает влияние краткосрочных флуктуаций на оценку процессов деградации [26]. Дополнительно данный период совпадает с фазой реализации Целей развития тысячелетия, которые во многом послужили концептуальной основой для формирования Целей устойчивого развития.

Однако результаты ряда работ показывают, что глобальный подход к формированию базовой линии НБДЗ имеет существенные

ограничения и не всегда оправдан в прикладных исследованиях [8]. Так, для таких больших по площади и отличающихся высоким природно-климатическим разнообразием стран, как Россия, использование единых усреднённых показателей, рассчитанных для стандартного 16-летнего интервала базовой линии (2000–2015 гг.), не может рассматриваться в качестве универсального решения для всей её территории. Во многих экосистемах России характерные временные масштабы процессов деградации и восстановления существенно больше, чем 16 лет, что снижает информативность глобально заданной базовой линии.

Кроме того, в ряде исследовательских задач нет необходимости отслеживать прогресс в достижении индикатора ЦУР 15.3.1 в его нормативной интерпретации. Во многих случаях более информативным является анализ ежегодной динамики доли деградированных/улучшенных земель относительно фиксированной базовой линии без двойного сопоставления (динамика периода прогресса относительно динамики базовой линии). Подобный подход особенно востребован при исследовании взаимосвязи деградации земель с социально-экономическими процессами, включая бедность и продовольственную безопасность, показатели которых, как правило, определяются и фиксируются ежегодно.

Таким образом, приведённый выше алгоритм расчёта (см. рис. 1) предлагается модифицировать следующим образом (рис. 2):

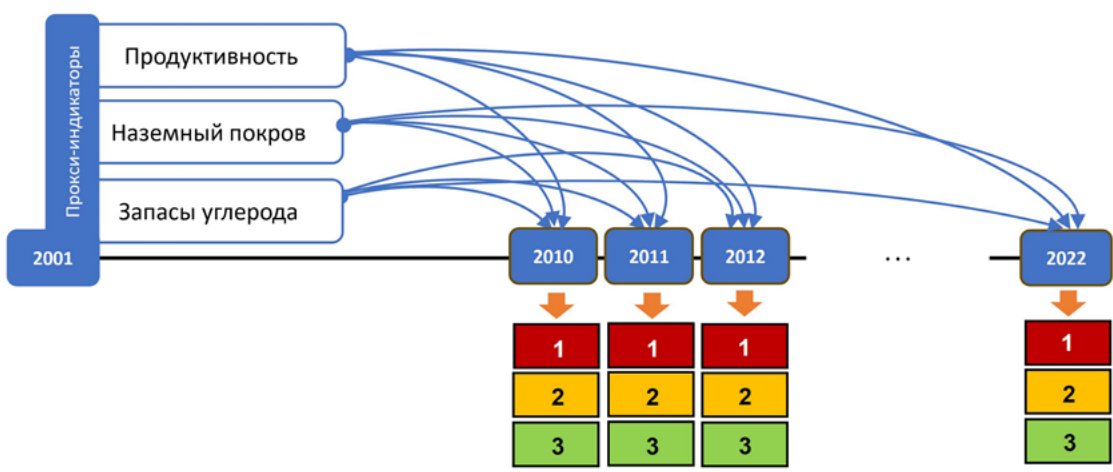


Рис.2. Алгоритм расчёта ежегодной доли деградированных (1), стабильных (2) и улучшенных (3) земель от общей площади страны



точкой отсчёта для всех прокси-индикаторов выступает один фиксированный начальный год, а не совокупность нескольких лет, как это реализовано в процедуре формирования базовой линии исходного алгоритма. Исключением является характеристика «Состояние» прокси-индикатора «Продуктивность». Данный параметр отличается высокой чувствительностью к климатическим условиям, поскольку основан на сопоставлении значений в начале и конце анализируемого периода, которые рассчитываются по среднегодовым интегралам NDVI. Их значения могут существенно изменяться в зависимости от погодных условий конкретного года (например, быть аномально низкими в засушливые и высокими в годы с обилием осадков). Это создаёт риск климатически обусловленных искажений при использовании одного фиксированного начального года в качестве точки сравнения.

В связи с этим для характеристики «Состояние» прокси-индикатора «Продуктивность» был задан 5-летний начальный интервал (2001–2005 гг.), в пределах которого усредняются среднегодовые интегралы NDVI. Это позволяет сгладить влияние краткосрочных климатических пиков и соответствует приблизительно 5,5-летнему циклу осадков, широко представленному в различных регионах мира [9]. Одновременно данный интервал является минимально возможным, что позволяет максимально расширить временные рамки исследования.

Аналогичный 5-летний интервал был задан и для конечного периода, с которым проводится сравнение. Например, при анализе периода 2001–2022 гг. начальный интервал охватывает 2001–2005 гг., а конечный – 2018–2022 гг. Использование такой схемы позволяет анализировать динамику деградации земель, начиная с 2010 г. Привлечение данных предшествующих годов (2009 г. и ранее) приводит к пересечению начального и конечного 5-летних интервалов, что методически не обосновано.

Начальным и конечным в исследовании установлены 2001 и 2022 гг. – соответственно, поскольку именно для этого диапазона доступны все 3 прокси-индикатора НБДЗ, которые можно загрузить в модуль Trends Earth (по состоянию на март 2025 г.). Расчёт

доли деградированных/улучшенных земель в рамках модифицированного алгоритма выполняется для каждого отдельного года в 13-летнем интервале – с 2010 по 2022 гг.

Площадь Республики Узбекистан составляет 448,9 тыс. км², а численность населения по состоянию на 30 ноября 2025 г. – 38,2 млн. человек. Экономическое развитие страны традиционно характеризуется высокой ролью в нём аграрного сектора, вклад которого в валовой внутренний продукт в разные годы и по различным оценкам составляет порядка 20–30 % [2]. В этих условиях республика сталкивается с риском ухудшения продовольственной безопасности, во многом обусловленным деградацией земель. На первый взгляд он не столь очевиден [7,14,16,22], так как в последние годы сельское хозяйство Узбекистана демонстрирует положительную динамику. Например, с 2010 по 2022 гг. общий объём сельскохозяйственного производства увеличился более чем в 11 раз, а продукции растениеводства – почти в 10 (рис. 3). Это произошло за счёт значительной интенсификации производства, о чём свидетельствует рост удельной продукции растениеводства на фоне уменьшения посевной площади в стране на 0,35 млн. га (рис. 4).

Интенсификация сельскохозяйственного производства во многом стала следствием проводимых в стране реформ, начатых сразу после распада СССР. С 1991 г. Узбекистан поэтапно проводит их в сельскохозяйственной отрасли с целью обеспечения продовольственной безопасности. Так, для увеличения производства зерновых культур сокращены площади под хлопчатником. Наряду с этим в контексте диверсификации работы аграрного сектора стали активно развиваться плодово- и овощеводство, птице- и пчеловодство, а также рыбоводство. В результате страна, ранее импортировавшая более 80 % зерна, сейчас обеспечивает себя и им [2], и основными продуктами питания. На базе бывших колхозов и совхозов созданы ширкаты (сельскохозяйственные кооперативы), дайханские и фермерские хозяйства, экономически мотивированные наращивать темпы развития аграрного производства. В результате реформ к 2015 г. доля негосударственного сектора в сельском хозяйстве составила 99 % [15]. Одновремен-

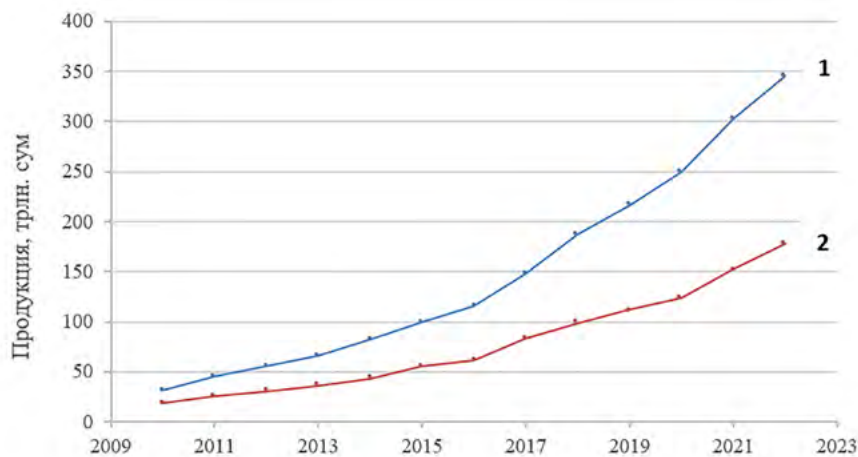


Рис. 3. Производство продукции сельского хозяйства в целом (1) и растениеводства (2), в частности, за 2010–2022 гг.

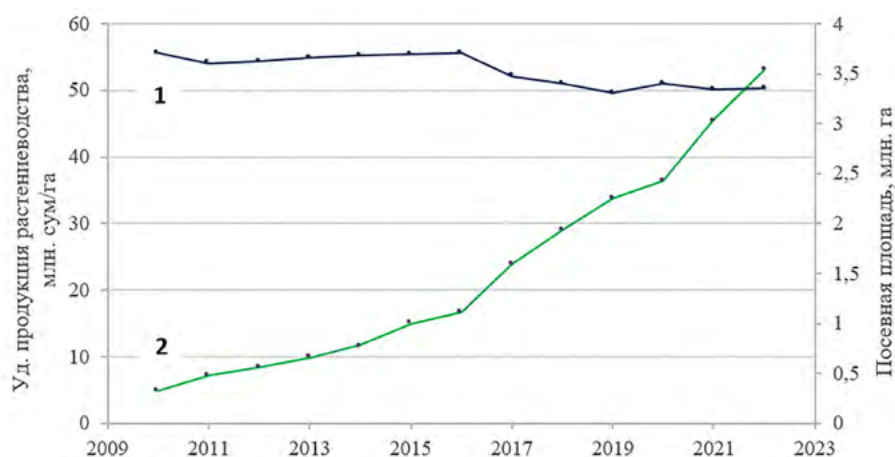


Рис. 4. Площадь посевов (1) и производство продукции растениеводства (2) в 2010–2022 гг. [2]

но с этим была организована господдержка в виде предоставления таким хозяйствам скота, кормов, удобрений, семян и др. [4], задействованы механизмы льготного кредитования сезонных работ и инвестиционных проектов, лизинга сельхозтехники, субсидирования части затрат фермерам, приняты меры по созданию логистики и рыночной инфраструктуры.

Благодаря этому в 1991–2016 гг. удалось значительно нарастить объёмы продукции аграриев, укрепив тем самым продовольственную безопасность страны. Однако к концу указанного периода проявились и некоторые проблемы, сдерживающие развитие АПК. В их числе монополизация экспорта, административное регулирование цен, закупка продукции по заниженным ценам в рамках Госзаказа, недостаточное стимулирование инноваций и привлечения инвести-

ций. Это потребовало выработки новой стратегии развития АПК и проведения глубоких системных реформ. Начиная с 2017 г., реализовано более 100 проектов в этой области. Прежде всего, обеспечена либерализация работы аграрного сектора, созданы стимулы для привлечения частных инвестиций и внедрения современных агротехнологий [2], принято решение о проведении мониторинга деградации земель и борьбы с ней [11,18].

Тем не менее, проблема деградации земель весьма актуальна и сейчас. К примеру, указанное выше уменьшение посевной площади во многом связано с эрозией и засолением земель [21], отмечается и значительное развитие процесса деградации пастбищ [20]. Без решения этих проблем сама возможность агропроизводства в будущем может быть под вопросом.



Динамика показателей (доли) деградированных/улучшенных земель анализировалась в соответствии с предложенным выше алгоритмом для всех категорий наземного покрова, пахотных и пастбищных земель, а также отдельно пахотных (рис. 5). Пашня и пастбища непосредственно связаны с аграрным производством, поэтому именно эти территории важны в анализе взаимосвязи их деградации и продовольственной безопасности. Однако такой анализ нужен для всех земель. Агроценозы, являясь искусственными системами, не изолированы от природной среды, и экосистемные услуги, которые получают на пашне и пастбищах, обеспечиваются ресурсами не только этих территорий, но и окружающих.

Результаты всех трёх вариантов расчёта площади деградированных/улучшенных земель свидетельствуют, что доля последних (на фоне уменьшения первых) стабильно увеличивается (рис. 5). Это подтверждается и данными независимых экспертов [10], что, вероятно, можно объяснить реформированием и интенсификацией сельскохозяйственного производства. В частности, обращают на себя внимание периоды достижения баланса нейтральности (2019 г. – для всех категорий наземного покрова, 2016 г. – отдельно для пашни), которые во многом совпадают с реформами в АПК Узбекистана. При этом пространственная динамика показателей деградированных/улучшенных земель зависит от типа наземного покрова (рис. 6 и 7). Улуч-

шенные земли в основном представлены на пашне (51,4–67,9 %), а деградированные – на пустынных территориях (30,6–58,3) и пастбищах (24,5–38,7 %). Значит, борьба с деградацией земель преимущественно ведётся на пашне (в основном орошаемой), которая и находится в фокусе внимания реформ, тогда как остальным территориям, на долю которых приходится порядка 80 % площади Узбекистана, включая пастбища (в разные годы это 16,2–19 %), не уделяется достаточно внимания.

Полученные ежегодные данные о доле улучшенных/деградированных земель были использованы для оценки взаимосвязи их деградации и продовольственной безопасности.

В соответствии с описанным выше подходом данная оценка проведена в рамках анализа ИИПБ и в контексте влияния на АПК.

Оценка субиндексов ИИПБ (табл. 1), за исключением динамики деградации земель, выполнена в рамках работы [12].

Анализ полученных данных позволяет оценить вклад индекса динамики деградации земель (ИДДЗ) в итоговый показатель ИИПБ. Он относительно невысок и составляет 2–6 % (в 2022 г. – около 3), но увеличивается при замене показателей ежегодной динамики деградации на статичную оценку доли деградированных земель, рассчитанную без учёта её временного фактора. Так, по мнению некоторых исследователей, 70 % земель Узбекистана в той или иной степени деградированы [3,17]. Если использо-

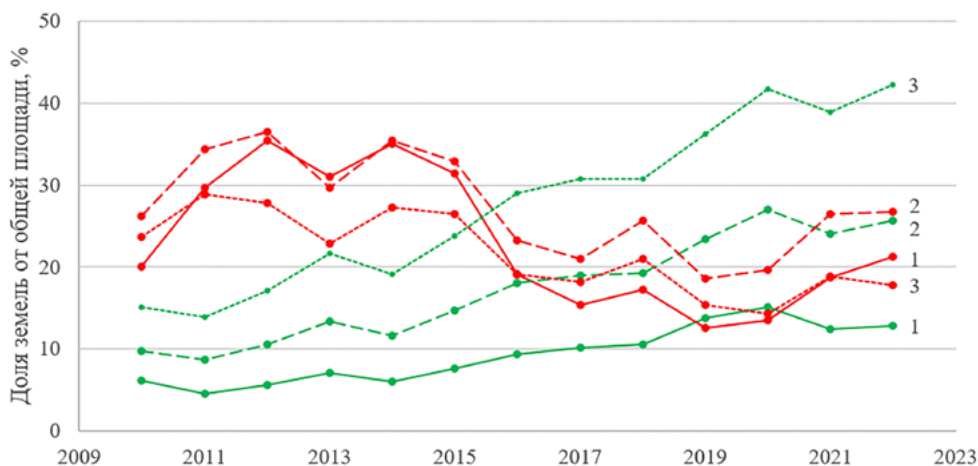


Рис. 5. Доля деградированных (·) и улучшенных (·) земель, %: 1 – все категории наземного покрова; 2 – пахота и пастбища; 3 – пашня

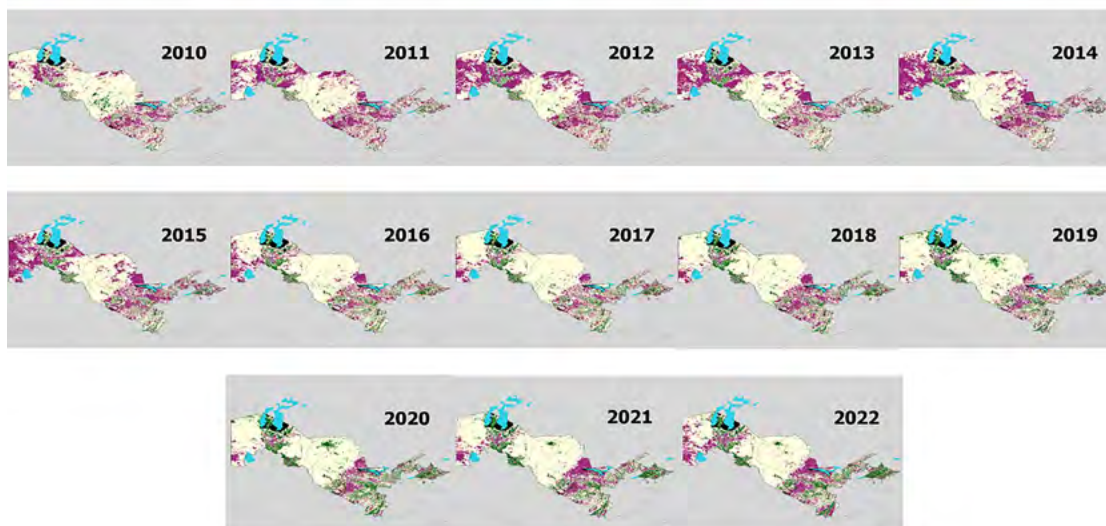


Рис. 6. Пространственное распределение земель по категориям НБДЗ (2010–2022 гг.):
■ – улучшенные; ■ – без изменений; ■ – деградированные; ■ – нет данных

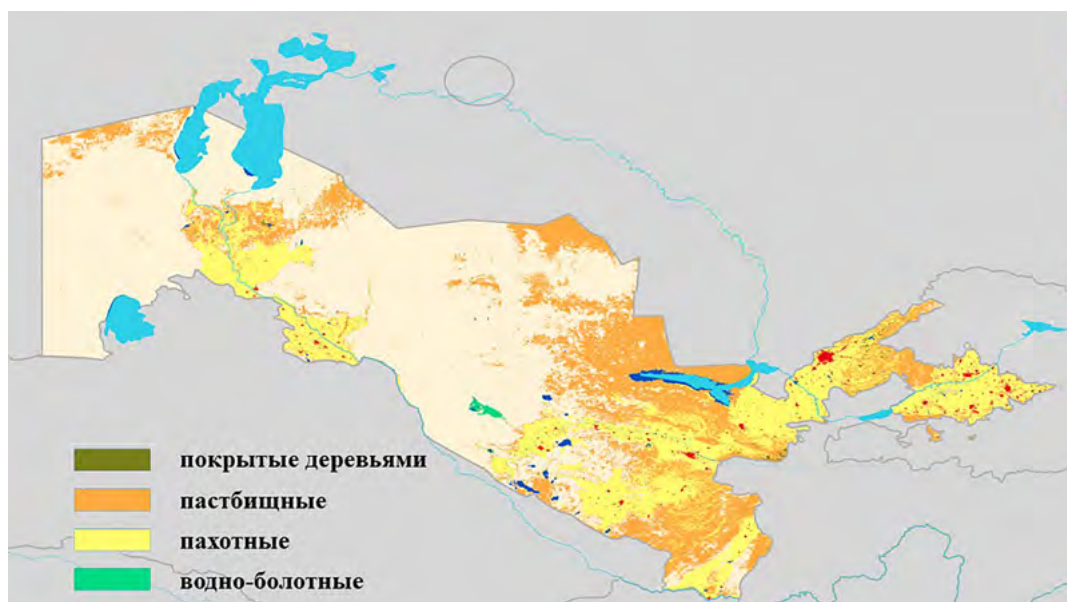


Рис. 7. Категории земель по НБДЗ

вать этот статичный показатель, вклад соответствующего индикатора увеличится до 11 %. Это отражает эффект «накопленной» деградации, и этот показатель целесообразно рассматривать как верхнюю планку в оценке потенциального вклада ИДДЗ в повышение продовольственной безопасности.

Влияние деградации земель на сельскохозяйственное производство оценивалось по следующим данным: вся продукция и отдельно растениеводства (млрд. сум. в ценах 2022 г.); удельная продукция растение-

водства (млн. сум./га); доля деградированных/улучшенных земель (рассчитывается ежегодно по указанному выше алгоритму относительно площади страны, пахотных земель, пахотных вместе с пастбищными); сумма годовых осадков и среднегодовая температура (три варианта). Следует сказать, что анализ, основанный только на этих данных, не может считаться полным, так как производство зависит и от множества других факторов: затраты на труд, ГСМ и проч.; характеристика почв; объём внесённых удоб-

Показатели субиндексов по годам

Субиндекс	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Наличие продовольствия	0,80	0,80	0,81	0,83	0,83	0,84	0,84	0,84	0,83	0,84
Расходы на питание	0,55	0,56	0,57	0,58	0,58	0,58	0,63	0,62	0,49	0,49
Бедность	0,86	0,87	0,87	0,88	0,88	0,89	0,89	0,89	0,83	0,86
Продовольственная независимость	0,70	0,72	0,75	0,77	0,76	0,78	0,80	0,80	0,80	0,82
Динамика деградации земель	0,69	0,65	0,69	0,81	0,85	0,83	0,88	0,87	0,81	0,84
Волатильность цен	0,99	0,99	0,99	0,98	0,95	0,97	0,96	0,96	0,97	0,96
Доступ к питьевой воде	0,93	0,94	0,94	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96	0,97
Питательная ценность	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Продовольственная безопасность	0,82	0,69	0,70	0,72	0,73	0,73	0,74	0,74	0,71	0,72
Динамика деградации земель (вклад в ИИПБ)	4	6	5	3	2	3	2	2	3	3

рений и др. [19]. В расчётах эти данные не использовались, так как их нет в открытом доступе.

Корреляционный анализ (табл. 2) свидетельствует о значительной зависимости производственных показателей АПК от доли улучшенных земель ($K_{кор} = 0,85-0,98$) и заметной – от доли деградированных ($K_{кор} = -0,53-(-0,85)$). От климатических характеристик эта зависимость не столь велика, что можно объяснить орошением, а характер её (знак) вызывает определённые вопросы¹.

Наиболее вероятным является сценарий, при котором «накопленная» деградация фактически игнорируется (о чём свидетельствует практически полное отсутствие улучшений на непахотных землях), сильно деградированные, в том числе засоленные, выводятся из оборота, а максимально используются слабо деградированные или не деградированные земли. Восстановление же деградированных требует разработки и внедрения новых, более сложных методов. Это очень дорогой и длительный процесс, особенно если речь идёт о

сильном засолении или эрозии. Следует также учитывать неблагоприятные климатические условия, новые отрицательные экстерналии, или неэффективные методы земле- и водопользования, которые могут свести на нет все усилия. Инвестиции же в достаточно плодородные земли несут меньше рисков, позволяют предотвратить их истощение и деградацию, кроме того, в краткосрочной перспективе могут дать максимальную прибыль агропроизводителям. В долгосрочной перспективе необходимо будет принимать меры по восстановлению земель с «накопленной» деградацией, что особенно важно, так как существует риск потери источников орошения (глобальное изменение климата, неконтролируемый забор воды третьими странами, например, Афганистаном, и т. п.) [21].

Регрессионный анализ (табл. 3), проведённый на основе указанных выше данных, позволил получить уравнение, связывающее удельную продукцию растениеводства (млн. сум./га) и долю деградированных земель (%)

$$Y = 70,78 - 1,36 * X,$$

где Y – зависимая переменная; X – независимая.

¹Источником климатических сведений служили модельные данные датасета ERA5-Land, созданного на базе реанализа климата пятого поколения ERA5 в Европейском центре среднесрочных прогнозов погоды [23]. При этом их отклонение от реальных данных (наблюдения метеорологической сети Узгидромет) незначительно [6].

Коэффициенты корреляции показателей деградации земель и производства продукции

Показатель	Продукция, млрд. сум.		Удельная
	сельское хозяйство	растениеводство	растениеводство, млн. сум/га
Доля деградированных/ улучшенных земель, %	1	-0,60/0,91	-0,62/0,89
	2	-0,53/0,97	-0,56/0,93
	3	-0,84/0,98	-0,85/0,96
Температура, °С	1	0,48	0,57
	2	0,39	0,48
	3	0,44	0,52
Осадки, мм	1	-0,32	-0,21
	2	-0,36	-0,34
	3	-0,30	-0,30

Примечание. 1 – все категории НП, 2 – пахотные и пастбищные земли, 3 – пахотные (числитель – коэффициент корреляции деградированных земель, знаменатель – улучшенных).

Таблица 3

Регрессионная статистика

Показатель	Коэффициент	Стандартная ошибка	t-статистика	P-значение	95 %		R ² для всей модели
					нижние	верхние	
Y-пересечение	70,78	6,59	10,74	3,62E-07	56,27	85,29	0,66
НБДЗ пашня: деградированные земли	-1,36	0,30	-4,58	0,0008	-2,02	-0,71	

Примечание. Наблюдения – 13; стандартная ошибка – 5,03; F = 20,99; F_{кр.} = 4,84 ($\alpha = 0,05$); F = 0,00079; t_{кр.} = 2,20 ($\alpha = 0,05$).

Для анализируемого периода в Узбекистане порядка 66 % изменений переменной Y могут быть объяснены переменной X; с увеличением доли деградированных земель на 1 % потери растениеводческой продукции

составляют 1,36 млн. сум./га в ценах 2022 г. (около 126 USD/га). Данная величина может служить ориентиром для инвестиций в работу по контролю деградации пахотных земель Узбекистана.

Выводы

Предложен модифицированный алгоритм расчёта ежегодной доли деградированных/улучшенных земель, позволяющий детально анализировать динамику процессов деградации в регионе исследований и соотносить эти данные с состоянием продовольственной безопасности страны и показателями агропроизводства. Согласно этому расчёту, в 2010–2022 гг. в Узбекистане стабильно увеличивалась



площадь (доля) улучшенных земель на фоне уменьшения деградированных. Однако это в основном касалось пахотных площадей.

Установлено, что вклад ИДДЗ в ИИПБ относительно невелик (2–6 % в 2013–2022 гг.), но при использовании данных о землях с «накопленной» деградацией вместо показателей её динамики он увеличивается до 11 %.

Корреляционным анализом установлена тесная связь агропроизводственных показателей и доли улучшенных/деградированных земель, а регрессионным – потери растениеводческой продукции на 1,36 млн. сум./га (около 126 USD/га) на фоне 1 %-ного увеличения последних на пахотных площадях. Показано, что интенсификация сельскохозяйственного производства в Узбекистане во многом обусловлена успешно проведёнными реформами. Однако использование не затронутых деградацией земель и игнорирование тех, где идёт процесс её накопления, может создать риск для продовольственной безопасности в долгосрочной перспективе, особенно в условиях изменения климата и возможного дефицита водных ресурсов в регионе. Особое внимание при этом необходимо уделить пастбищам (21 % территории Узбекистана), поскольку на этих землях наиболее высокие показатели деградации. Требуют внимания и пахотные земли, состояние которых в целом стабилизировано благодаря мерам, предотвращающим процессы деградации, и они обладают значительным потенциалом в плане повышения плодородия.

Дата поступления

27 октября 2025 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абдурахманов М.А., Рахимов Я.Т.* Состояние земельных ресурсов в Республике Узбекистан // Территория науки. 2017. № 4.
2. *Айтбаев А.К.* Трансформация сельского хозяйства в Республике Узбекистан // *Мировая наука*. 2022. № 9.
3. *Водное хозяйство, орошение и экология* Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии // Информ. бюл. МКВК Центральной Азии. 2022. №93.
4. *Дерюгина И.В.* Сельское хозяйство Узбекистана: от хлопковой монокультуры к продовольственной безопасности // *Инновации и инвестиции*. 2018. № 9.
5. *Жиряева Е.В.* Классификация показателей продовольственной безопасности и оценка их значения для политики Российской Федерации // *Управленческое консультирование*. 2020. Т.12.
6. *Заитов Ш.Ш.* Мониторинг динамики пастбищной растительности на пустынной и полупустынной территории Узбекистана с использованием данных дистанционного зондирования земли в условиях изменения климата: Автореф. дис. ... д-ра философии (PhD) по геогр. наукам. Ташкент, 2024.
7. *Кузиев Р.К., Гафурова Л.А., Абдрахмонов Т.А.* Почвенные ресурсы Узбекистана и вопросы продовольственной безопасности // *Земельные ресурсы и продовольственная безопасность Центральной Азии и Закавказья*. Рим, 2016.
8. *Лобковский В.А., Куст Г.С., Андреева О.В.* Методические подходы к установлению базовой линии для мониторинга индикаторов нейтрального баланса деградации земель в России // *Пробл. региональной экологии*. 2019. №4.
9. *Общая и синоптическая климатология* / Под ред. О.А. Дроздова и Е.В. Воробьева. Л.: Гидрометеоиздат, 1975.
10. *Открытые данные: делегаты* Сторон Конвенции ООН обсуждают как бороться с опустыниванием и деградацией земель // *Электронные данные*. Режим доступа: <https://eco.gov.uz/ru/site/news?id=3762>.
11. *Постановление Президента Республики Узбекистан от 10.06.2022 г. № ПП-277 «О мерах по созданию эффективной системы борьбы с деградацией земель»* // Национальная база данных законодательства Республики Узбекистан (LexUZ), 2022.
12. *Продовольственная безопасность Евразийского региона в новых экономических условиях: состояние и перспективы* / Под ред. С.А. Шоба. М.: ЕЦПБ МГУ; НИА-Природа, 2024.
13. *Продовольственные системы и адаптационная политика государств Евразии в новых экономических условиях* / Под ред. С.А. Шоба // Там же. 2023.
14. *Рахимов С.* Борьба с деградацией земель в Центральной Азии: Проблемы и решения. Ташкент: UZA – Национальное информационное агентство Узбекистана, 2023.
15. *Саатова Х.Я.* Состояние развития и специализации сельского хозяйства в Узбекистане за годы реформ // *Экономика и финансы*. 2016. № 11.
16. *Саидова Д., Олимжанова Ш.* Основные риски и факторы продовольственной безопасности в Узбекистане // *Alfraganus*. 2024. №1 (6).
17. *Турдибаева М.У.* О деградации земель в Центральной Азии // *Молодой учёный*. 2015. № 9.
18. *Указ Президента Республики Узбекистан от 23 октября 2019 г. № УП- 5853 «Об утверждении Стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020–2030 годы»* // Национальная база данных законодательства Республики Узбекистан (LexUZ), 2019.
19. *Цветнов Е.В., Мархова Н.А.* Применение базовой и модифицированной методик оценки нейтрального баланса деградации земель в контексте изучения связи деградации и агропроизводства // *Вестник МГУ. Сер. 17: Почвоведение*. 2023. Т. 78. № 2.

20. Шодиев Б.Т. Приоритетные направления эффективного использования пастбищ // Экономика и социум. 2022. № 10-1 (101).
21. *Эффективная ирригация и водосбережение в Центральной Азии* / Под ред. Е. Винокурова. Алматы: Евразийский банк развития, 2023.
22. Al-Quraishi A.M.F. Environmental Degradation in Asia. Cham: Springer International Publishing AG, 2022.
23. Copernicus Climate Change Service. ERA5-Land monthly averaged data from 2001 to present: ECMWF, 2019.
24. Santeramo F.G. On the Composite Indicators for Food Security: Decisions Matter // Food Reviews International. 2015. Т. 31. № 1.
25. Sims N.C., Green C., Newnham G.J. et al. Good Practice Guidance. SDG Indicator 15.3.1. Proportion of land that is degraded over total land area. UNCCD, FAO, CBD, UNFCCC, UNEP, UNSD. 2017.
26. Sims N.C., Newnham G.J., England J.R. et al. Good Practice Guidance. SDG Indicator 15.3.1. Proportion of Land That Is Degraded Over Total Land Area. Version 2.0. Bonn, 2021.
27. *The Economics of Land Degradation Neutrality in Asia: Empirical Analyses and Policy Implications for the Sustainable Development Goals* / Tilahun M., Singh A., Kumar P. et al. Электрон. Дан. Режим доступа: https://www.eld-initiative.org/fileadmin/pdf/Asia_Report_EN.pdf.
28. *Trends Earth: Tracking Land Change* // Conservation International 2024. [Электронный ресурс]. Электрон. Дан. Режим доступа: <https://docs.trends.earth/en/latest/index.html>.
29. Wiebe K.D. Linking Land Quality, Agricultural Productivity, and Food Security // U.S. Department of Agriculture Agricultural Economic Report N 823.

E.W. SWETNOW, N.A. MARAHOWA, P.R. REYMOV, N.K. MAMUTOW
Ў.Г. ХУДАЙБЕРГЕНОВ, О.Г. СУЛТАШОВА

ЎЕРЛЕРИЊ ДЕГРАДАСИЎАСЫНЫЊ ЎЗБЕГИСТАН RESPUBLIKASYNYЊ АЗЫК HOWPSUZLYGYNA EDYЌN ТЌСИРИ

Ўерлерини деграмул арык деградирленме усулети бойунча ишленип дүзүлен ве бу һадисанын 2010–2022-нжи ўылларда Ўзбекистанын азык һовпсузлыгына едўн тўсирини аныклармак максды биле, ўурдуи оба һожалык ўерлерини ўагдаўынн ўыллык гўркезижилерини һасплмагын кўмиллешдирлен (модифисирлене) алгоритми гетирилўр.

Һасплмаларын нетижелерине гўрў бу ўылларда гowландырылан сўрўм ўерлерини тутўан меўданынн дурнуклы гиелендиги, ве шол бир wagtda ўри меўданларын ўагдаўынн ўарамазлашандыгы кесгитледи.

Деградирленеи ўри меўданларын гиелмеги, гелјекде ўурдуи азык һовпсузлыгына узак мўһлетлеўин һowп астында гowмак мўмкинчилигини бардыгы гўркезиди.

Бу меселани чўзмекде топлумлаўын чемељмелер маслаһат берилўр.

E.V. TSVETNOV, N.A. MARAKHOVA, P.R. REYMOV, N.K. MAMUTOV
Ya.G. KHUDAYBERGENOV, O.G. SULTASHOVA

IMPACT OF LAND DEGRADATION ON FOOD SECURITY IN THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

This paper presents a modified algorithm for calculating annual indicators of the condition of agricultural land in Uzbekistan, developed on the basis of the Land Degradation Neutrality (LDN) methodology in order to assess the impact of land degradation on national food security over the period 2010–2022.

The results show a steady increase in the area of improved arable land during the study period, while the condition of pasturelands continued to deteriorate.

It is demonstrated that the expansion of degraded pasture areas may pose a threat to the country's food security in the long term.

A comprehensive approach to addressing this problem is recommended.

ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ТУРКМЕНИСТАНА

Даются рекомендации по рациональному и комплексному использованию водных ресурсов Туркменистана, а также принятию взвешенных управленческих решений в этой области.

Показана возможность деминерализации солёных морских и коллекторно-дренажных вод инновационными мембранными методами в сочетании с переработкой остаточных рассолов.

Вода – источник жизни на Земле, большая часть поверхности которой занята Мировым океаном. Объём солёных вод составляет более 96,5 % от всех запасов воды на Планете, и лишь незначительная часть приходится на пресные [7]. Именно поэтому так остро стоит вопрос о необходимости рационального использования и охраны водных ресурсов.

Обостряет эту проблему и глобальное изменение климата, причиной которого является совокупное воздействие природных факторов и с каждым годом усиливающееся антропогенное. В связи с этим даётся всё больше тревожных прогнозов об экологических и социально-экономических последствиях этого процесса, особенно для стран аридного региона с их хрупкой экосистемой, к которым относится и Туркменистан.

Вода здесь является ценнейшим природным ресурсом, и проблема его сохранения и бережного использования стала жизненно важной, особенно после Аральской трагедии, последствия которой негативно сказались на странах Центральной Азии [1].

В настоящее время изыскиваются различные пути рационального использования водных ресурсов этих стран. Ведутся работы по очистке и опреснению солёных морских, подземных, коллекторно-дренажных вод (КДВ) посредством применения различных методов, в частности, обратным осмосом (*рисунок*) и электродиализом. Последние

хорошо зарекомендовали себя при производстве питьевой воды в странах Ближнего Востока. В Туркменистане вопросы опреснения морской воды тоже изучены достаточно хорошо. В частности, на установках обратного осмоса опресняются (табл. 1) воды Каспия для снабжения питьевой водой Национальной туристической зоны «Аваза» [2,6]. Проблема же деминерализации коллекторно-дренажных вод для последующего использования их в качестве оросительных требует поиска эффективных путей решения.

Общий объём дренажных вод Центральной Азии составляет около 20 км³/год и уже разработаны рекомендации по орошению ими солеустойчивых кормовых и других культур, выращиваемых на песчаных почвах. Однако это имеет локальный характер, не решает проблему в целом и к тому же приводит к повторному засолению почвы.

Кроме того, при выборе метода опреснения очень важно учитывать себестоимость полученной воды. Она включает в себя капиталовложения в установку, эксплуатационные, а в их числе энергетические затраты, заработную плату обслуживающего персонала, ремонт оборудования, амортизационные отчисления, расходы на подготовку воды к опреснению и др.

Снизить удельные капитальные затраты можно посредством увеличения производительности установок, которая в числе про-



Рис. Установка обратного осмоса

чих факторов зависит от содержания исходной воды и выбора метода опреснения. При этом следует учитывать не только экономический, но и экологический фактор [2], что возможно только при комплексной переработке КДВ [8].

Технико-экономический и экологический анализ указанных выше методов свидетельствует, что наиболее перспективным является обратный осмос, поэтому именно он является основным при опреснении морской воды с целью использования её для орошения.

Результаты наших исследований по деминерализации КДВ некоторых хозяйств Туркменистана методами обратного осмоса и электродиализа (табл. 2) подтверждают возможность получения опреснённых вод для орошения сельхозугодий [3,4].

Одной из важнейших задач в достижении целей социально-экономического развития с учётом экологической составляющей является совершенствование управления использованием водных ресурсов. В условиях увеличения потребности в воде, обусловленного ростом численности населения и интенсификацией деятельности промышленного и

сельскохозяйственного секторов экономики, а также с ужесточением требований к охране окружающей среды решение этой задачи сопряжено с огромными затратами, в том числе и топливно-энергетическими [1,5]. Однако обеспеченность ими государств региона различна, что вызывает некоторые противоречия в решении вопросов использования его водных ресурсов. Каждая из центральноазиатских стран в стремлении решать свои проблемы с энергоснабжением не всегда соблюдает интересы региона в целом. Общий же объём его водных ресурсов составляет всего 120 км³/год, а одним из таких примеров являются нарушения регулирования стока в бассейнах рек Сырьдарья и Амударья [1].

В связи с этим необходимо централизованное управление, целью которого является равноправное и рациональное использование водных ресурсов, а также их охрана. К решению этой задачи подключились международные организации, в первую очередь ООН и Европейский союз. Так, 4 апреля 2025 г. в г. Самарканде был проведён первый саммит «Центральная Азия – Европейский союз», в рамках работы которого состоялся Между-

Химический состав каспийской воды

Состав	Каспийская вода	
	исходная	опреснённая
рН	8,12	7,74
Общая минерализация, мг/л	13085	511,0
Общая щёлочность и жёсткость, мг-экв/л	4,2 и 77,50	1,3 и 2,10
Микроэлементы (мг/л):		
HCO ₃ ⁻	213,8	79,3
Cl ⁻	5460,1	205,7
SO ₄ ²⁻	2971,6	48,6
Ca ²⁺	350,7	22,0
Mg ²⁺	729,2	12,2
Na ⁺	3230,6	135,0
Сумма микроэлементов, мг/л	94,25	7,80

Таблица 2

Химический состав исходной (I) и опреснённой (II) КДВ, мг/л

Метод опреснения	КДВ	рН	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Сумма солей
Обратный осмос	I	8,10	63,6	240,40	269,14	1087,01	100,20	116,71	499,69	2383,35
	II	7,27	26,4	97,6	106,3	23,0	1,22	6,06	123,7	385,22
Электродиализ	I	7,83	40,8	370,88	362,1	1226,97	179,97	108,22	524,34	2812,73
	II	7,10	15,6	94,6	25,30	65,76	2,30	9,72	74,29	287,37

народный форум «Центральная Азия перед лицом глобальных климатических проблем: консолидация ради общего процветания».

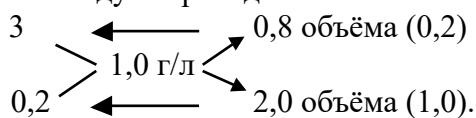
Свою позицию в решении вопросов обеспеченности водой стран региона и проведении взвешенной политики в области её использования Туркменистан отразил, выделив 3 ключевых направления: соблюдение международного права; взаимный учёт интересов; привлечение международных организаций (в первую очередь ООН). В целях сохранения и упрочения добрососедских отношений, развития сотрудничества стран Центральной Азии, создания справедливого механизма водопользования трансграничных рек Туркменистан выдвинул предложение о создании Регионального совета ООН по вопросам водопользования в странах ЦА. При этом в качестве первоочередных задач указаны следующие: установление строгих

лимитов вододелиения с учётом увеличения потребности в воде для поддержания уровня Аральского моря и оздоровления экологической обстановки в Приаралье; организация строгого учёта забора и расходования воды; контроль за соблюдением установленных норм водоподдачи; поддержание в рабочем состоянии и совершенствование конструкции гидросооружений; обучение и повышение квалификации персонала; внедрение инновационных технологий и техники управления работой водохозяйственных комплексов; уменьшение потерь воды в оросительных каналах и водохранилищах и др.

Реализация этой программы, безусловно, обеспечит улучшение экологической обстановки, а также устойчивое социально-экономическое развитие стран региона. Необходимо также задействовать все имеющиеся научные наработки в этой области.



В частности, в целях экономии опреснённой воды, используемой для орошения сельхозкультур, её можно смешивать с исходной солёной в определённом соотношении. Например, при опреснении КДВ с исходной солёностью 3 г/л последняя снижается до 0,2, тогда как норма для оросительной воды составляет 1 г/л, значит, смешение следует проводить по схеме



Согласно этой схеме, величина требуемой концентрации (1,0 г/л) по диагоналям крестообразно отнимается от таковой смешиваемых вод и тогда получаемая разница

соответствует их объёмам. Как материальный баланс это выглядит так:

$$\begin{aligned}
 & 2,0 \text{ объёма } (0,2 \text{ г/л}) + 0,8 \text{ объёма } (3 \text{ г/л}) = \\
 & = 2,8 \text{ объёма } (1,0 \text{ г/л}),
 \end{aligned}$$

то есть количество пресной воды увеличивается в $2,8/2 = 1,4$ раза (на 40 %): из $2,0 \text{ м}^3$ получаем $2,8 \text{ м}^3$, что довольно существенно.

Таким образом, бережное и рациональное использование водных ресурсов посредством внедрения инновационных технологий и методов управления является одним из определяющих факторов стабильного социально-экономического развития стран Центральной Азии.

Дата поступления

2 декабря 2025 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гиниятуллин Р.А. Управление водными ресурсами и комплексное их использование в условиях дефицита воды // Мелиорация и водное хозяйство. 1994. № 5.
2. Гребенюк В.Д., Мельник Л.А., Пенкало И.И., Евжанов Х. Сравнительная характеристика методов опреснения воды. Ашхабад, 1989.
3. Делью Дж.У. Юмская станция опреснения воды // Мелиорация и водное хозяйство. 1994. № 5.
4. Евжанов Х. Очистка и повторное использование коллекторно-дренажных вод // Химия и технология воды. 1994. № 5.
5. Евжанов Х. Перспективные пути рационального использования водных ресурсов в аридной зоне // Вода: Химия и экология. 2025. № 5.
6. Евжанов Х., Атаманов Б., Гаррыева А. Оценка качества вод Каспия и их опреснение инновационными методами // Пробл. осв. пустынь. 2023. № 3-4.
7. Мировой водный баланс и водные ресурсы земли. Л., 1974.
8. Филипенко А.Т., Вахнин И.Г., Горонковский И.Т. и др. Комплексная переработка минерализованных вод. Киев, 1984.

H. ÝOWJANOW

TÜRKMENISTANYŇ SUW SERIŞDELERINI GORAMAK WE REJELI ULANMAK

Türkmenistanyň suw serişdelerini rejeli we toplumlaýyn ulanmak, şeýle hem bu babatda oňyn çözügütleri kabul etmek boýunça maslahatlar berilýär.

Duzly deňiz we kollektor-drenaž suwlaryny süýjetmegiň innowasion membrana usullary bilen utgaşdyryp galyndy erginleri gaýtadan işlemegiň mümkinçiligi görkezilen.

Kh. EVZHANOV

PROTECTION AND RATIONAL USE OF WATER RESOURCES IN TURKMENISTAN

Advice is provided on the systematic and integrated use of Turkmenistan's water resources, as well as the adoption of its decisions in this regard.

The possibility of recycling waste solutions by combining innovative membrane methods for desalination of salty seawater and collector – drainage waters has been demonstrated.



ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ-ЮНИОРОВ В УСЛОВИЯХ ЖАРКОГО КЛИМАТА

Приводятся данные о функциональном состоянии сердечно-сосудистой, дыхательной и мочевыделительной систем у подростков 15–16 лет с разным уровнем физической активности в условиях аридного климата.

Показано, что при высокой аэробной производительности у юных спортсменов отмечаются признаки функционального перенапряжения почек, а также скрытой дегидратации.

В целях профилактики латентной патологии рекомендуется регулярный мониторинг состояния здоровья юниоров посредством кардиопульмонального тестирования и биоимпедансометрии.

Жаркий климат оказывает значительное влияние на физиологические процессы в организме человека, увеличивая нагрузку на терморегуляционные механизмы. При высокой температуре повышается риск перегрева, дегидратации, а также нарушений в функционировании сердечно-сосудистой и дыхательной систем, что требует особого внимания к адаптации и поддержанию оптимального водного баланса, особенно при физической активности [3].

В последние десятилетия мировая практика подготовки спортсменов-юниоров ориентирована на раннюю специализацию, увеличение объема и интенсивности тренировочных нагрузок. Однако высокая нагрузка в период биологического созревания юных спортсменов существенно сказывается на адаптационных возможностях их организма [14,15].

Подростковый возраст является критическим этапом онтогенеза и характеризуется интенсивным ростом, гормональной перестройкой и функциональной незрелостью регуляторных систем организма. Постоянная физическая нагрузка может привести как к формированию устойчивых адаптационных механизмов, так и к развитию функционального перенапряжения, а также латентным изме-

нениям и снижению резервных возможностей организма подростков [1,19].

Особую роль в обеспечении спортивной работоспособности играет кардиореспираторная система, которая является интегральным звеном транспорта кислорода. По данным Н. Dores и G.F. Fletcher [11,12], показатели кардиопульмонального нагрузочного тестирования позволяют объективно оценить уровень аэробной производительности, экономичность сердечной деятельности и толерантность к физической нагрузке. Вместе с тем, у юных спортсменов нередко регистрируются признаки чрезмерного напряжения [8].

Интенсивные физические тренировки сопровождаются потерей жидкости и электролитов, активацией анаэробного метаболизма и накоплением продуктов обмена, что увеличивает нагрузку на почки [7,20]. Согласно исследованиям Л.В. Козловской и А.С. Самойлова [6,8], у спортсменов нередко отмечаются признаки солевого диатеза, микрокальцинаты, физически индуцированная протеинурия и воспалительные процессы в почках, которые в подростковом возрасте могут носить латентный характер.

Как известно, нарушение питьевого режима и предпочтение сладких и газирован-



ных напитков не обеспечивают адекватное восполнение электролитов [16]. В условиях хронической дегидратации формируется метаболический ацидоз, гемоконцентрация, ухудшаются реологические свойства крови, что негативно сказывается на работоспособности спортсменов и состоянии их здоровья [12,18].

Важным диагностическим критерием в современном спорте является мониторинг компонентного состава тела и состояния водных секторов организма. Применение биоимпедансного анализа (в частности, систем InBody) позволяет неинвазивно и с высокой точностью оценивать состояние мышечной и жировой массы, а также распределение внутри- и внеклеточной жидкости. Это имеет существенное значение для своевременного выявления скрытых форм дегидратации и оценки качества адаптации организма к физическим нагрузкам в период активного роста [5,13].

Таким образом, актуальной задачей спортивной медицины является комплексная оценка состояния кардиореспираторной и мочевыделительной систем у спортсменов-юниоров посредством кардиопульмонального тестирования, лабораторных и инструментальных исследований. Её решение обеспечит возможность раннего выявления признаков дезадаптации и своевременной профилактики нарушений здоровья.

Цель исследования – оценить функциональное состояние кардиореспираторной и мочевыделительной систем у спортсменов-юниоров при интенсивных физических нагрузках в условиях жаркого климата.

Исследования проводились в трёх группах 15–16-летних юношей (n=90): I – футболисты; II – дзюдоисты; III – не занимающиеся спортом (группа сравнения).

Кардиопульмональное тестирование проводилось по протоколу Bruce. Длительность каждой из 6 нагрузочных ступеней тредмила составляла 2 мин, при этом осуществлялся мониторинг электрокардиограммы, частоты сердечных сокращений, артериального давления (ЭКГ, ЧСС, АД), вентиляции лёгких и газоанализа [10,11]. Проба после физической нагрузки бралась с помощью эргоспирометрии Schiller. Биоимпедансометрию и исследования мочи проводили на диагностических анализаторах InBody-770 (Южная Корея) и Clinitek Status Siemens (Германия), УЗИ почек – на аппарате Siemens.

Результаты обрабатывались с помощью программы Statistica-6,0.

Кардиопульмональное нагрузочное тестирование показало, что общее и относительное (на кг массы тела) потребление кислорода на пике физической нагрузки, характеризующее уровень окислительных процессов в организме спортсменов-юниоров, достоверно выше, чем в группе сравнения. Это свидетельствует о большей физической работоспособности организма спортсменов (табл. 1).

Максимальное потребление кислорода на пике нагрузки у футболистов составило 89,71 % от прогнозируемой величины, что достоверно выше, чем у борцов и подростков, не занимающихся спортом. Значит, в организме юношей, занимающихся динамическими видами спорта, обменные процессы идут быстрее.

Аэробная производительность организма (метаболический эквивалент) на пике нагрузки в группе III составила $9,38 \pm 0,44$ метаболических единиц [9,11], а в I и II этот показатель достоверно выше, что указывает на бóльшую толерантность организма спортсменов к физической нагрузке.

Также у спортсменов выше кислородный пульс (количество кислорода, поступающего в ткани за один сердечный цикл), что свидетельствует об экономичности работы сердца. Известно, что эффективность гемодинамики определяется меньшей частотой сердечных сокращений.

У юниоров, независимо от их специализации, отмечены достоверно бóльшие, чем в группе сравнения, значения минутной вентиляции лёгких (объёма воздуха, выдыхаемого за минуту) и частоты дыхания, что свидетельствует о высокой функциональной активности респираторной системы при дозированных физических нагрузках.

Вентиляционный эквивалент по CO_2 (соотношение объёмов выдыхаемого воздуха и выделяемого углекислого газа), характеризующий альвеолярный газообмен в лёгких, у всех обследуемых соответствует рекомендуемым референсным значениям (норма $\text{VE}/\text{VCO}_2 < 30$), что исключает риск развития вентиляционно-перфузионных нарушений.

Достоверное повышение (относительно группы сравнения) систолического и диастолического артериального давления отмечалось у спортсменов-юниоров на пике нагрузки. Так, гипертоническая реакция (180/100 мм рт. ст. и

**Результаты кардиопульмонального нагрузочного тестирования подростков
при разном уровне физической нагрузки (n=90, M±m)**

Показатель	Группа		
	I	II	III
Потребление O ₂ на пике нагрузки, л/мин	2,64±0,08	2,56±0,07	1,89±0,18
% от прогнозируемой величины	89,71±2,08	78,05±3,17	68,83±3,17
Относительное поглощение O ₂ на пике нагрузки, мл/мин/кг	42,13±1,39	37,81±1,19	32,75±1,53
Метаболический эквивалент	12,03±0,40	10,8±0,34	9,38±0,44
Кислородный пульс на пике нагрузки, мл	14,04±0,44	14,1±0,37	10,42±0,94
% от прогнозируемой величины	92,43±3,20	88,76±1,75	71,83±4,67
Систолическое и диастолическое давление на пике нагрузки, мм рт. ст.	162,42±3,59 и 94,35±3,73	173,01±5,17 и 98,23±6,84	138,54±4,52 и 74,63±8,28
Частота сердечных сокращений на пике нагрузки, уд./мин	190,35±3,14	184,09±2,63	185,25±3,62
% от прогнозируемой величины	92,29±1,58	88,76±1,75	90,41±1,33
Дыхательный объём на пике нагрузки, л/мин	108,06±4,16	101,20±3,78	68,22±5,56
% от прогнозируемой величины	102,4±3,47	92,71±4,2	68,58±3,75
Частота дыхания на пике нагрузки, раз/мин	54,43±1,68	54,03±2,10	46,91±1,59
Неиспользованный дыхательный резерв, %	5,24±1,59	10,82±2,9	30,50±3,75
Вентиляционно-перфузионные риски	24,94±0,66	26,11±0,95	26,46±2,02
Риск развития сердечно-сосудистых нарушений, мл/мин/Вт	10,16±0,8	8,9±0,9	4,27±1,12

выше) на физическую нагрузку чаще наблюдалась у борцов (n=10 и 30 %), чем у футболистов (n=5 и 16,6 %), что свидетельствует о более высоком риске нарушений в работе сердечно-сосудистой системы.

Биоимпедансометрическое исследование выявило различия в составе тела и водных секторов организма подростков с разным уровнем физической активности (табл. 2).

У подростков I и II групп отмечены более высокие значения массы тела, площади его поверхности и индекса Кетле, особенно у дзюдоистов, что отражает специфику их спортивной специализации (преимущественное развитие мышечной массы). Это же касается массы скелетной мускулатуры, наибольшие показатели которой также отмечены у дзюдоистов (31,41±0,97 %), тогда как в группе сравнения они минимальны (26,90±1,84 %).

Показатель жировой массы у спортсменов, особенно у дзюдоистов, очень малень-

кий, что отражает большой расход энергии на тренировках. Вместе с тем, у подростков группы сравнения отмечена тенденция к повышению содержания висцерального жира.

Особое внимание следует уделить данным водного баланса. Общее количество воды в организме спортсменов было выше, однако распределена она неодинаково: у дзюдоистов и футболистов объём внеклеточной жидкости был больше (особенно у последних), чем внутриклеточной. Вода перераспределяется из внутриклеточного сектора во внеклеточный, что указывает на дегидратацию и наличие электролитного дисбаланса. Соотношение внеклеточной и общей жидкости у спортсменов выше, чем в группе сравнения, что может свидетельствовать о латентной форме обезвоживания, несмотря на достаточный объём потребляемой жидкости.

Таким образом, данные биоимпедансометрии указывают на различия в компонент-

Результаты биоимпедансометрии подростков при разном уровне физической нагрузки, n=90, M±m

Показатель	Группа			Референсное значение InBody
	I	II	III	
Возраст, лет	15,28±0,09	15,8±1,60	15,65±0,22	15–16
Масса тела, кг	63,46±1,5	69,19±2,8	58,25±3,72	50–70
Длина тела, см	170,1±1,1	170,2±1,34	168,2±3,14	160–180
Индекс Кетле, кг/м ²	21,07±0,43	23,68±0,59	20,45±0,98	18,5–22,9
Площадь тела, м ²	1,82±0,036	1,80±0,03	1,70±0,05	1,5–1,9
Окружность, см: талия	73,22±1,24	77,24 ±1,9	70,35±1,83	70–80
бёдра	92,64±1,80	95,04±1,1	89,4±1,85	85–100
руки	27,94±0,45	29,5±0,37	27,73±0,72	–
Масса скелетной мускулатуры, %	30,16±0,64	31,41±0,97	26,90±1,84	28–33
Содержание жира, %	15,01±0,99	14,11±1,35	16,87±8,17	10–18
кг	15,01±0,99	9,73±1,57	10,09±1,64	5–15
Область жира внутренних органов, см ²	34,57±3,45	40,44±6,87	45,83±8,69	<50
Соотношение внутри- и общеклеточной жидкости	0,375±0,001	0,381±0,001	0,377±0,001	0,375–0,380
Индекс соотношения жира	0,77±0,006	0,80±0,01	0,80±0,01	–
Активные клетки, кг	34,24	36,58±1,15	31,72±2,02	–
Вода, л:				
общая	40,01±0,80	42,44±1,01	38,9±0,95	45–60 % от массы тела
внутриклеточная	25,03±0,52	26,17±0,63	21,94±1,32	45–40
внеклеточная	14,98±0,28	16,13±0,42	13,73±0,71	20–25

ном составе тела и распределении водных секторов организма у юниоров различной спортивной специализации и подростков, не занимающихся спортом. Аналогичная закономерность описана зарубежными исследователями. По данным U.G. Kyle et al. [15], регулярные физические нагрузки приводят к увеличению активной клеточной массы и скелетной мускулатуры при одновременном снижении процента жировой ткани, что рассматривается как морфофункциональная адаптация к тренировочному процессу. Нами наибольшие показатели массы скелетной мускулатуры отмечены у дзюдоистов, что объясняется силовым характером их спортивной деятельности. Согласно данным [5], у представителей силовых и скоростно-силовых видов спорта индекс Кетле и площадь поверхности тела достоверно больше, чем у лиц, не занимающихся им вообще, что сви-

детельствует об адаптационной гипертрофии их мышечной ткани. Аналогичная тенденция выявлена и в настоящем исследовании: максимальные значения индекса Кетле отмечены у дзюдоистов. В ряде работ показано, что у спортсменов при высокой тренировочной нагрузке отмечается относительное увеличение объёма внеклеточной воды на фоне снижения внутриклеточной, что расценивается как признак латентной дегидратации и электролитного дисбаланса [20,21]. По данным [4,22,23], хроническая дегидратация у спортсменов может протекать субклинически и выявляться преимущественно посредством биоимпедансометрии и лабораторных исследований. Установленное нами увеличение соотношения внутриклеточной жидкости и её общего количества (ВКЖ/ОКЖ) у спортсменов соответствует данным вышеуказанных литературных источников.



Ультразвуковое исследование (УЗИ) почек у подростков с разным уровнем физической активности выявило различия в частоте и структуре патологических изменений (табл. 3).

Отсутствие структурных изменений почек достоверно чаще отмечалось в группе подростков, не занимающихся спортом. Среди футболистов данный показатель составлял 33,3 % (10 чел.), тогда как у дзюдоистов лишь 6,6 % (2 чел.), что свидетельствует о более высокой нагрузке на мочевыделительную систему у юниоров-единоборцев и представителей других силовых видов спорта. Наиболее часто на УЗИ у спортсменов выявлялось наличие мочекишлого диатеза: 60 % (18 чел.) футболистов и 66,6 % (20 чел.) дзюдоистов. В группе сравнения он регистрировался лишь у 16,6 % (5 чел.) обследованных. Это может быть обусловлено усиленным распадом пуринов при интенсивной мышечной нагрузке, образованием мочевой кислоты, а также концентрированием мочи на фоне недостаточной гидратации. Значительно чаще у спортсменов отмечаются и микрокальцинаты почек: 43,3 % (10 чел.) футболистов и 83,3 (18) дзюдоистов, тогда как в группе сравнения лишь у 13,3 % (4 чел.) подростков. Это результат более выраженных нарушений минерального обмена в организме спортсменов, особенно борцов, что может быть связано с повторяющимися эпизодами обезвоживания, гиперконцентрацией мочи и электролитными сдвигами. Гидронефроз выявлен только у двух дзюдоистов (6,6 %), что может свидетельствовать о нарушении оттока мочи или хроническом перенапряжении мочевыделительной системы. В группе дзюдоистов чаще регистрировались

и признаки пиелонефрита, что может быть обусловлено хроническим стрессом и нарушением водного режима [4].

Таким образом, у спортсменов-юниоров функционально-структурные изменения в почках встречаются значительно чаще, чем в группе сравнения. Согласно данным Л.В. Козловской [6], интенсивные физические нагрузки сопровождаются увеличением содержания мочевой кислоты и кальция, а при недостаточной гидратации это обуславливает формирование кристаллурии и солевого диатеза. Л.Е. Armstrong [9] также акцентирует внимание на том, что в жарком климате активируется липолиз и кетогенез, что приводит к образованию кетоновых тел в моче, особенно у представителей силовых и интервальных видов спорта (в нашем исследовании это дзюдоисты). По данным А.С. Самойлова [8], хроническая дегидратация у спортсменов может протекать в латентной форме и не сопровождаться явными клиническими симптомами, однако это повышает риск формирования нефропатий и других заболеваний почек в будущем. Эти данные подтверждаются и нашими наблюдениями, согласно которым у спортсменов, особенно в жарком климате, очень часты случаи выявления микрокальцината и мочекишлого диатеза, что свидетельствует о нарушении минерализации и обмена веществ в условиях дефицита жидкости.

Высокая частота встречаемости пиелонефрита у спортсменов описана Н.А. Агаджаняном [1], который связывает её с транзиторным снижением иммунологической резистентности и нарушением микроциркуляции в почечной ткани при хроническом физическом перенапряжении.

Таблица 3

Результаты УЗИ почек подростков с разным уровнем физической активности (n=90, M±m)

Показатель	Группа, чел. (%)		
	I	II	III
Мочекишлый диатез	18 (60)	20 (66,6)	5 (16,6)
Микрокальцинаты почек	10 (43,3)	18 (83,3)	4 (3,3)
Гидронефроз	0	2 (6,6)	0
Пиелонефрит	7 (23,3)	15 (50)	1 (3,3)
Структурных изменений нет	10 (33,3)	2 (6,6)	17 (56,6)



Результаты общего анализа мочи подтверждают наличие функциональных изменений мочевыделительной системы у спортсменов-юниоров.

Цвет мочи у спортсменов был более насыщенным: у футболистов – янтарно-жёлтый, у дзюдоистов – тёмно-жёлтый, в то время как у представителей контрольной группы – бледно-жёлтый. Данные изменения свидетельствуют о более высокой концентрации мочи у спортсменов и косвенно указывают на недостаточный уровень гидратации. Удельный вес мочи был достоверно выше у спортсменов, что свидетельствует об относительной дегидратации и повышенной нагрузке на концентрационную функцию почек. Протеинурия выявлена у 43,3 % футболистов и у 66,6 % дзюдоистов, тогда как в группе сравнения белок в моче обнаружен лишь у 6,6 % подростков. Физически индуцированная протеинурия у спортсменов может быть связана с повышением проницаемости клубочкового фильтра при интенсивных нагрузках, а также с ишемией почечной ткани на фоне перераспределения кровотока. Кетоновые тела в моче выявлялись преимущественно у дзюдоистов (16,6 %), значительно реже у футболистов (3,3 %) и отсутствовали в контрольной группе. Появление кетонурии у спортсменов свидетельствует об активации липолиза и кетогенеза при дефиците углеводного обеспечения и высоких энергетических затратах, что характерно для представителей силовых и интервальных видов спорта [17].

Учитывая данные работ [8,18], можно заключить, что при интенсивных нагрузках в условиях жаркого климата у спортсменов-юниоров развивается скрытая дегидратация, что влияет на концентрацию мочи и кислотно-щелочной баланс. Это подтверждается и повышением удельного веса мочи, а также появлением в ней белка (протеинурия), что является признаком функционального перенапряжения мочевыделительной системы, особенно у представителей силовых видов спорта (например, у дзюдоистов).

А.А. Байков [2] считает повышение удельного веса мочи у спортсменов надёжным маркером дегидратации, что подтверждается её насыщенной окраской. Кетонурия, выявленная преимущественно у дзюдоистов, по мнению R.J. Maughan [18], свидетельствует о недостаточном углеводном обеспечении и

переходе организма на липидный путь энергообеспечения в результате высокоинтенсивных и интервальных нагрузок.

Таким образом, изменение показателей общего анализа мочи у спортсменов-юниоров указывает на функциональное перенапряжение работы мочевыделительной системы, что подтверждается данными современной спортивной медицины.

Результаты проведённого исследования свидетельствуют о том, что юношеский спорт в условиях современных высокоинтенсивных тренировочных нагрузок формирует выраженные адаптационные изменения кардиореспираторной системы, обеспечивающие высокий уровень физической работоспособности. Однако адаптация к физической нагрузке в условиях жаркого климата сопровождается значительным напряжением регуляторных механизмов, особенно у представителей единоборств и силовых видов спорта.

Выявленные нарушения кислотно-щелочного и электролитного баланса, а также функционала мочевыделительной системы у спортсменов-юниоров указывают на формирование латентных форм дезадаптации, которые в подростковом возрасте могут не сопровождаться клинической симптоматикой, но создают предпосылки для развития хронических заболеваний в дальнейшем.

Проблема юношеского спорта заключается в несоответствии возрастающих требований тренировочного процесса и физиологических возможностей организма подростков. Отсутствие системного медицинского мониторинга, нерациональный питьевой режим и ранняя специализация повышают риск функционального перенапряжения и снижения долгосрочного спортивного потенциала. В связи с этим комплексное использование кардиопульмонального нагрузочного тестирования, лабораторных методов и инструментальной оценки состояния почек должно рассматриваться как обязательный элемент медицинского сопровождения спортсменов-юниоров. Ранняя диагностика нарушений и индивидуализация тренировочных и восстановительных мероприятий являются ключевыми условиями сохранения здоровья и обеспечения устойчивого спортивного развития в юношеском возрасте.

Дата поступления
10 февраля 2026 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н.А. Адаптация человека к физическим нагрузкам. М.: Медицина, 2006.
2. Байков А.А. Функциональные изменения мочевыделительной системы у спортсменов // Вестник спортивной медицины. 2017. Т. 7. № 2.
3. Графова В.А., Розыева Г.К., Аманмамедова С.А. Адаптационные возможности кардиореспираторной системы при спортивных нагрузках в климатических условиях Туркменистана // Пробл. осв. пустынь. 2024. № 1-2.
4. Евдокимов В.А. Мониторинг гидратации в юношеском спорте. СПб.: Спецлит, 2013.
5. Караева Н.А., Ахмедова Н.С. Роль терморегуляции в процессе адаптации спортсменов к высокоинтенсивным нагрузкам в жарком климате // Проблемы физиологии человека. Ашхабад, 2021.
6. Козловская Л.В. Нефрология. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.
7. Ляпин А.А., Иванов И.И., Петров С.В. Состав тела и адаптация у спортсменов силовых видов спорта // Физиология человека. 2018. Т. 44. № 3.
8. Самойлов А.С. Спортивная медицина. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021.
9. Armstrong L.E. Hydration assessment techniques // Nutrition Reviews. 2007. Vol. 65. № 6.
10. Baggish A.L., Wood M.J. Sports cardiology: Core curriculum for providing cardiovascular care to competitive athletes // Circulation. 2017. Vol. 136. № 21.
11. Does H., Freitas A., Malhotra A. Exercise testing in young athletes: physiological interpretation and clinical applications // European Heart Journal. 2024. Vol. 45. № 4.
12. Fletcher G.F., Ades P.A., Kligfield P. Exercise standards for testing and training: A scientific statement from the American Heart Association // Circulation. 2013. Vol. 128. № 8.
13. Glaab J., Taube C. Cardiopulmonary exercise testing: A review of current applications // European Respiratory Review. 2022. Vol. 31. № 165.
14. Королёв Д.С. Гематологическая адаптация у спортсменов. М.: Спорт, 2021.
15. Kyle U.G., Bosaeus I., De Lorenzo A.D. Bioelectrical impedance analysis – Part I: Review of principles and methods // Clinical Nutrition. 2004. Vol. 23. № 5.
16. Lloyd R.S., Oliver J.L., Faigenbaum A.D. Long-term athletic development: Part 1 // Sports Medicine. 2016. Vol. 46. № 7.
17. Malina R.M. Early sport specialization: Roots, effectiveness, risks // Clinical Journal of Sport Medicine. 2010. Vol. 20. № 2.
18. Maughan R.J., Burke L.M. Sports Nutrition. – 2nd ed. – Oxford: Wiley-Blackwell, 2018.
19. Poortmans J.R. Exercise and renal function // Sports Medicine. 1985. Vol. 2. № 6.
20. Robergs R.A., Ghiasvand F., Parker D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis // American Journal of Physiology. 2004. Vol. 287. № 3.
21. Rowland T. Children's Exercise Physiology. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics, 2008.
22. Sawka M.N., Chevront S.N., Carter R. Human water needs // Nutrition Reviews. 2007. Vol. 65. № 6.
23. Shirreffs S.M., Sawka M.N. Fluid and electrolyte needs for training and competition // Journal of Sports Sciences. 2010. Vol. 28. № 1.

S.A. AMANMÄMMEDOWA

YSSY HOWA ŞERTLERİNDE YETGINJEK TÜRGENLERİN FUNKSIONAL ÝAGDAÝY

Yssy howa şertlerinde dürli derejeli fiziki işjeňligi bolan 15-16 ýaşly ýetginjekleriň ýürek-damar, dem alyş we peşew bölüp çykaryş ulgamlarynyň funksional ýagdaýy barada maglumatlar berilýär. Ýokary aerob görkezijiler bilen ýaş türgenlerde böwrekleriň funksional dartgynlygynyň, şeýle hem gizlin suwsuzlanmanyň alamatlaryny görkezilýär. Gizlin patologiýanyň önüni almak üçin, ýürek-öýken barlaglary we bioimpedansometriýa arkaly ýetginjekleriň saglygyny yzygiderli gözegçilikde saklamak maslahat berilýär.

S.A. AMANMAMMEDOVA

FUNCTIONAL STATE OF THE BODY OF JUNIOR ATHLETES IN A HOT CLIMATE

Data are presented on the functional state of the cardiovascular, respiratory and urinary systems in 15-16 year old adolescents with different levels of physical activity in an arid climate. It is shown that with high aerobic performance, young athletes exhibit signs of functional renal overstrain, as well as latent dehydration. In order to prevent latent pathology, regular monitoring of the health of juniors through cardiopulmonary testing and bioimpedanceometry is recommended.

ЧЁРНОСАКСАУЛЬНИКИ ПРИКАРАБОГАЗЬЯ

Приводятся результаты исследований черносаксауловых сообществ Юго-Восточного Прикарабогазья, которые не имеют здесь широкого распространения, но выполняют значимую роль в растительном покрове этого региона.

Дается характеристика эдификатора формации саксаула чёрного, приводятся места произрастания, видовой состав, жизненные формы сопутствующей растительности, вертикальная структура сообществ, ассоциации, входящие в состав чёрносаксаульников.

Состояние растительности Прикарабогазья, её видовой состав, численность и использование в народном хозяйстве Туркменистана (в частности, в животноводстве) – вопросы, которые требуют тщательных исследований, так как их решение, помимо научного, имеет практический интерес для разработки мероприятий по улучшению кормовой базы региона. Поэтому так важен всесторонний научный анализ их результатов в целом, а также геоботаническая характеристика флоры и растительного покрова этой территории.

Для повышения продуктивности пастбищ необходимы знания о мелиоративном состоянии земель, растительном покрове, экологической природе флоры региона, изменении видового состава сообществ, обусловленном деградацией почв.

Флора Туркменистана в региональном аспекте исследована достаточно хорошо, собраны многочисленные сведения о наиболее распространённых формациях растительного покрова, характерных для пустынной зоны, в частности о чёрносаксауловых сообществах [1,3–7,10,14,15,17,18].

Прикарабогазье – обширный регион, прилегающий к заливу Карабогазгол на северо-западе Туркменистана (рис. 1) и охватывающий

пустынную часть Туранской низменности. Он относится к Туаркырскому складчатому району, расположенному к югу от Устюрта, на востоке ограничен чинком Койматкыра, на западе – побережьем залива Карабогазгол, на юге – Кемальской излучиной Узбоя [2].

Это своеобразный горный район с невысокими и глубокими долинами, куэстообразным рельефом, частыми столообразными останцами, ограниченными крутыми уступами. Почвенный покров характеризуется как красновато-бурый мелкозём с большим количеством мелкого щебня на поверхности, нередко отмечаются выходы песчаников округлой формы. Сравнительно слабо закреплённые и частично подвижные небольшие песчаные массивы (Койматский и Чагыльский) сформированы за счёт локального разветвления песчаников. Довольно часто встречаются такыры различного размера, которые обычно приурочены к понижениям. На юге складчатого района вытянуто понижение Кемальской излучины Узбоя. Дно впадины покрыто солончаком, высотные отметки вокруг которого – 10–60 м, а дно его ниже уровня моря. На периферии он окружён такырами. Западным продолжением Кемальского солончака является урочище Терсакан, расположенное между обрывами кыров. На западе к району примы-



Рис. 1. Залив Карабогазгол и районы Прикарабогазья (снимок из Космоса)

кают плато Эрсарыбаба и Аккыр с пологоволнистым рельефом и общим уклоном в сторону залива Карабогазгол. Вдоль его южного побережья большую площадь занимают солончаки. Средняя высота территории – 50–200 м над ур. м., наименьшая – 10, наибольшая – 350 м.

Почвы серо-бурые, солончаковатые. На их фоне выделяются разрозненные массивы песчаников, солончаки и небольшие пятна такыров, а также крутые склоны, эродированные поверхности и выходы скальных пород [9]. На мелких песчаных грядах и незначительных наносах песка встречаются полудревесные виды и другие представители растительности песчаных пустынь.

Климат резко континентальный с большим дефицитом влаги. Жаркое и сухое лето, холодная зима, высокая сухость воздуха, незначительное количество осадков обуславливают сильный перепад температур. Эта территория отличается низкой влажностью воздуха, ничтожно малым количеством осадков и высокой испаряемостью.

Обследования проводились на маршрутах общепринятыми в геоботанике методами в различных частях Прикарабогазья весной и осенью 2021–2024 гг. [13]. Виды растений и их научные названия определялись по В.В. Никитину и А.М. Гельдиханову [12].

Согласно классификации пустынь Северо-Западного Туркменистана, разработанной Е. Родиным [14] и переработанной И.Г. Рустамовым [16], для Прикарабогазья, как и других

пустынных территорий страны, характерен эуксерофитный тип растительности. Чёрно-саксаульники относятся к пустынным кустарничковым и крупнокустарниковым классам формаций группы саксауловые пустыни.

Саксаульники состоят из ксерофильных, часто древовидных кустарников. Это растения с длительным вегетационным периодом, обильно плодоносящие осенью и не уходящие в покой летом. Для большинства из них характерно отсутствие листьев, или же крайне незначительное развитие листовых органов, наличие зелёных ассимилирующих побегов, значительная часть которых опадает, как и годичные генеративные. Сообщества саксаульников имеют широкий ареал: от аллювиальных равнин и пресных песков до солончаков и гипсоносных субстратов, включая сухие долины рек, древних и современных каналов. На равнинах Южного Устюрта и некоторых останцовых возвышенностях они находятся в особых экологических условиях.

Для пустынно-древесной растительности характерна многоярусность сложения. Основными видами, образующими сообщества данного типа, являются саксаул чёрный и белый (*Haloxylon aphyllum*, *H. persicum*), которые обычно сопровождают солянка Рихтера (*Salsola richteri*), разные виды кандыма (*Calligonum arborescens*, *C. eriopodum*, *C. caput-medusae* и др.), эфедра (*Ephedra strobilaceae*), галотамнус малолистный (*Halotamnus subaphylla*).



Помимо указанных растений, составляющих верхний ярус, во втором в этих сообществах присутствуют невысокие полкукустарнички. Образуют его ксерофильные виды полыни рода *Seriphidium* – *Artemisia badghysi*, *A. kemrudica*, *A. santolina*; солянки – *Salsola arbuscula*, *S. orientalis*; реомюрии – *Reaumuria oxiana* и *R. fruticosa*; астрагалы – *Astragalus turcomanicus*, *A. ammodendron*; вьюнки – *Convolvulus fruticosus*, *C. korolkovii*, *C. divaricatus*, *C. erinaceus*; колючелистник (*Acanthophyllum elatius*) и др. [15].

Наиболее разнообразен травянистый ярус, где преобладают эфемеры и эфемероиды. Отмечено небольшое присутствие многолетних и однолетних длительно вегетирующих трав – арнебия простёртая (*Arnebia decumbens*), крестовник малозубчатый (*Senecio subdentatus*), анизанта кровельная (*Anisantha tectorum*), мортук расставленный (*Eremopyrum distans*), схисмус арабский (*Schismus arabicus*), липучка синайская (*Lappula sinaica*), коельпиния линейная (*Koelpinia linearis*), лук каспийский (*Allium caspium*), осока вздутая (*Carex physodes*) и др.

Почвы пустынно-древесных формаций в основном слабообразованные серо-бурые, реже серозёмы, часто солончаковатые и солончаковые, иногда такыровидные.

Формации, образующие редкостойные саксауловые леса, отличаются флористическим составом и почвенными характеристиками. Эти сообщества, как уже сказано, в основном многоярусные, но встречаются и двух-, и одноярусные, например, на сильнозасолённых почвах с крайне редкими особями однолетних солянок.

Эдификатор формации – саксаул чёрный – типичный ксерофит, галофит и псаммофит, дерево, или кустарник. В благоприятных условиях достигает высоты 5–8 м, а диаметр его кроны – 1,0–1,5 м (рис. 2). Продолжительность жизни – 50–70, иногда – 100 лет. Одревесневшие ветви полностью формируются на 5–7-м году жизни, достигая того же диаметра, что и главный ствол.

Характеризуется высокой экологической пластичностью, так как хорошо приспособляется к различным условиям произрастания, что определяет его обилие и жизненную форму. В генеративную фазу вступает в 5–6-летнем возрасте, однако пло-

доносит не ежегодно. Ростовые зелёные мясистые побеги в большинстве случаев свисают, а длина их достигает 40 см, верхняя часть (10–20 см) ежегодно высыхает и отпадает. Листья не развиты и на узлах побегов имеют вид бугорков. Одиночные цветки бело-жёлтовато-розового цвета. Цветёт в мае, плодоносит в сентябре. Корневая система мощная, универсального типа, с чётко выраженным главным корнем, проникающим на глубину 4–7 м. В Северо-Западном Туркменистане на кырах с серо-бурыми почвами встречается в виде низкорослого деревца высотой 1–1,2 м, с корявым стволом буро-красного цвета и иным строением корневой системы [11]. Вероятнее всего, связь с грунтовыми водами в данных условиях исключается полностью, и питание осуществляется за счёт атмосферной влаги.

По данным литературных источников, в различных ассоциациях чёрносаксаульников зарегистрировано 132 вида растений, но в конкретных сообществах обычно 3–9.

Чёрносаксаульники распространены в южной, юго-восточной и восточной частях Прикарабогазья. При этом площадь их произрастания ограничена, приурочены они к глинистым аллювиальным равнинам, покрытым песком, а также к глубоким межгрядовым понижениям на песчаных массивах (ограниченные участки). В обследованном нами районе эта формация представлена несколькими ассоциациями, в которых основным видом является саксаул чёрный. Остальные группировки имеют меньшее значение, так как занимают небольшие площади.

В чёрносаксауловой формации Южного Прикарабогазья наиболее широко распространена кевреиково-чёрносаксауловая ассоциация. На некоторых участках, где несколько иные рельеф и почвенный режим, в качестве соэдификаторов выступают *Limonium suffruticosum*, *Salsola richteri*, *S. orientalis*, *S. gemmascens* и *Astragalus turcomanicus*.

Географическое положение: N40°36' – 40°43'; E53°41'–53°54', высота – от –20 до 41 м над ур. м. Рельеф равнинный, с небольшими песчаными холмами, почва песчаная, покрыта мелким ракушечником.

Общее проективное покрытие растений в разных группах составляет от 15–20 до 30–35 %. Сообщества имеют трёхъярусную структуру. В различных ассоциациях отме-



чено 9–14 видов растений. Видовой состав достаточно разнообразен и представлен различными жизненными формами.

В состав чёрносаксауловой формации (*Haloxyloneta aphylli*) входят следующие ассоциации: *Haloxylon aphyllum* + *Salsola orientalis* – *Limonium suffruticosum*; *H. aphyllum* – *Salsola richteri* + *L. suffruticosum* (рис. 3); *H. aphyllum* + *S. orientalis*; *H. aphyllum* + *S. orientalis* – *Astragalus turcomanicus*; *H. aphyllum* + *S. orientalis* – *S. gemmascens* (таблица).

В юго-восточной части Прикарабогазья состав ассоциаций иной: соэдификаторами здесь являются *Artemisia badhysi* и *A. kemrudica*, а также *Salsola gemmascens* и *S. arbuscula*.

Географическое положение: N40°20' – 41°40'; E54°00' – 54°56', высота – 98–124 над ур. м. Рельеф равнинный, с небольшим уклоном. Почва песчано-глинистая и покрыта мелким щебнем, местами такыровидная. Общее проективное покрытие растений – 15–40 %. Сообщества имеют трёхъярусную структуру. В ассоциациях присутствуют от 3 до 19 видов растений. Видовой состав их весной достаточно разнообразен и представлен различными жизненными формами, осенью на некоторых участках нет даже сухостоя травянистых растений. Это обусловлено очень малым количеством осадков в последние годы, чрезвычайно высокой температурой, то есть отсутствием условий для прорастания семян.

В состав формации входят следующие



Рис. 2. Саксаул чёрный

ассоциации: *Haloxylon aphyllum* + *Artemisia badhysi*; *H. aphyllum* + *Salsola gemmascens* – *S. arbuscula*; *H. aphyllum* + *Artemisia kemrudica* – *S. gemmascens*; *H. aphyllum* + *Artemisia kemrudica* – *S. gemmascens*; *H. aphyllum* + *S. gemmascens* (см. табл.1).

В восточной части Прикарабогазья соэдификатором формации является кандым (*Calligonum sp.*). Нами обследованы участки западнее железной дороги Туркменистан – Казахстан. Географическое положение: N 41°32'; E 54°52'. Рельеф равнинный, с небольшим уклоном в сторону залива. Почва супесчаная, незначительно покрыта пустын-



Рис. 3. Чёрносаксауловая формация, кермеково-черкезово-чёрносаксауловая ассоциация в Южном Прикарабогазье



Чёрносаксауловая формация

Растение	Жизненная форма	Высота, см	Ассоциация (обилie и количество на га)											
			юг				юго-восток				восток			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
<i>Haloxylon aphyllum</i>	Кустарник	70–120	Кермеково-кварниково-чёрносаксауловая 24.10.2021 г.	Кермеково-чёрносаксауловая 24.10.2021 г.	Кварниково-чёрносаксауловая 26.04.2022 г.	Астрагалово-кварниково-чёрносаксауловая 26.04.2022 г.	Тетриво-кварниково-чёрносаксауловая 27.04.2022 г.	Бадхызопольно-чёрносаксауловая 22.04.2022 г.	Богльичево-тетриво-чёрносаксауловая 13.10.2024 г.	Тетриво-кварниково-чёрносаксауловая 14.10.2024 г.	Тетриво-чёрносаксауловая 15.10.2024 г.	Кандымово-чёрносаксауловая 13.10.2022 г.		
<i>Salsola richteri</i>	—«—	80–100	Un 100	Cop ¹ 1100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Ephedra strobilacea</i>	—«—	60–80	Un 100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Calligonum sp.</i>	—«—	50–100	Sol 200	Sol 400	—	—	—	—	—	Sol 200	—	Cop ¹ 1700	—	
<i>Reaumuria fruticosa</i>	—«—	30–70	—	Sol 200	Sol 200	—	Sol 300	—	—	—	—	—	—	
<i>Limonium suffruticosum</i>	Полкустарник	20–50	Cop ¹ 700	Cop ² 5600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Astragalus ammodendron</i>	—«—	40–80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Sp 600	—	
<i>A. turcomanicus</i>	Полкустарник	15–30	—	—	—	Sp 500	—	—	—	Sol 200	—	—	—	
<i>Salsola orientalis</i>	—«—	30–40	Cop ¹ 1600	—	700	Sp 300	Cop ¹ 1800	Sp 700	—	Cop ¹ 1900	—	—	—	
<i>S. gemmascens</i>	—«—	15–40	—	—	—	—	Cop ¹ 1600	—	Cop ¹ 9500	Cop ¹ 2700	Cop ² 9600	—	—	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>S. arbuscula</i>	—<<	30–80	Un 100	Un 100	Un 100	Un 100	Un 100	Sol 300	Cop ¹ 2000	Cop ¹ 1800	—	Sol 200
<i>Zygophyllum ovigerum</i>	—<<	15–30	Un 100	Sol 300	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Convolvulus erinaceus</i>	—<<	30–40	—	Sol 300	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Artemisia turanica</i>	—<<	30–50	Sol 200	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>A. kemrudica</i>	—<<	30–50	—	—	—	—	—	—	—	Cop ¹ 5900	—	600
<i>A. badghysi</i>	—<<	30–45	—	—	—	Un 100	—	Cop ¹ 7800	—	—	—	—
<i>Anabasis brachiata</i>	—<<	15–20	Sol 300	Sol 300	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Allium caspium</i>	Многолет- ник	20–40	—	—	Sol	Sol	Sol	Sol	—	—	—	—
<i>Carex physodes</i>	—<<	5–20	—	—	—	—	—	—	Sol	—	—	—
<i>Arnebia decumbens</i>	Однолет- ник	5–30	—	—	Sol	Sol	Sol	Sol	—	—	—	—
<i>Senecio subdentatus</i>	—<<	5–30	—	—	Sol	Sol	Sol	Sol	—	—	—	—
<i>Anisantha tectorum</i>	—<<	10–40	—	—	Sol	Sol	Sol	Sol	—	—	—	—
<i>Eremopyrum distans</i>	—<<	5–30	—	—	Sol	Sol	Sol	Sol	—	—	—	—
<i>Schismus arabicus</i>	—<<	5–25	—	—	Sol	Sol	Sol	Sol	—	—	—	—
<i>Glaucium oxylobum</i>	—<<	10–30	—	—	Sol	—	—	Sol	—	—	—	—
<i>Lappula sinaica</i>	—<<	15–40	—	—	Sol	Sol	—	Sol	—	—	—	—
<i>Streptoloma desertorum</i>	—<<	5–20	—	—	Sol	Sol	Sol	Sol	—	—	—	—
<i>Koelpinia linearis</i>	—<<	10–15	—	—	—	Sol	Sol	Sol	—	—	—	—
<i>Cousinia dichotoma</i>	—<<	10–25	—	—	—	—	—	—	Sol	—	—	—
<i>Climacoptera brachiata</i>	—<<	5–40	—	—	—	—	—	—	Sol	—	—	—



ным мхом (*Tortula desertorum*). Аспект жёлто-зелёно-серый. Встречается валежник. Общее проективное покрытие – 35–40 %.

На данном участке выделена ассоциация *H. aphyllum* – *Calligonum sp.* Чёрносаксульники встречаются здесь незначительными пятнами среди кемрудополынных. Всего 5 видов. Сообщество двухъярусное. Травянистые не отмечены (см. табл.).

Жизненный цикл растений меняется от сезона к сезону и зависит от климатических условий. Осенью соотношение жизненных форм растений, примерно следующее: кустарники – 41,6 %; полукустарники – 25,0; полукустарнички – 33,4 %. Весной оно иное: кустарники – 10,5 %; полукустарники – 15,8; полукустарнички – 10,5; многолетние и однолетние травы – соответственно 10,5 и 52,7 %.

Саксаул чёрный – ценное кормовое растение, одно из самых продуктивных в Каракумах. Зелёные ветви и плоды хорошо поедаются верблюдами и мелким рогатым скотом, особенно осенью. Кроме того, он хорошо закрепляет подвижные пески, поэтому используется при создании искусственных лесов и защитных лесных полос в предгорьях. Не образует придаточные корни, его можно разводить семенами и саженцами, тогда как черенками развивается плохо.

Чёрносаксуловые леса богаты фауной, так как служат убежищем для различных животных. В частности, здесь обитают ди-

кообразы, зайцы, различные пресмыкающиеся и насекомые, гнездятся птицы.

Саксаул имеет большое народнохозяйственное значение: из его древесины получают уксусную кислоту и метиловый спирт, золу зелёных веток добавляют в краску при производстве трикотажа [7]. Кроме того, это прекрасное топливо, сравнимое с бурым углем, поэтому на протяжении длительного времени саксаульники вырубались местным населением, что значительно сократило площади произрастания.

Таким образом, в Юго-Восточном Прикарабогазье чёрносаксуловые сообщества занимают ограниченные территории, приуроченные к глинистым аллювиальным равнинам, некоторые из которых покрыты песком. Формация представлена несколькими ассоциациями, основным видом которых является саксаул чёрный. Остальные группировки имеют меньшее значение, так как занимают небольшие площади. Являясь важной составной частью пустынных экосистем, чёрносаксульники играют значимую роль в растительном покрове описываемого региона, а также представляют собой ценные круглогодичные пастбища.

Дата поступления
16 сентября 2025 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акжигитова Н.И. Галофильная растительность – *Halephyta* // Растительный покров Узбекистана и пути его рационального использования. Ташкент, 1973. Т.2.
2. Бабушкин Л.Р., Коган Н.А. Физико-географическое районирование Туркменской ССР. Ташкент: Фан, 1971.
3. Бердыев Б.Б. Растительность Юго-Западного Туркменистана. Ашхабад: Ылым, 1992.
4. Коган Ш.И. Растительность Южного Усть-Урта // Тр. Ин-та биол. АН ТССР. Т.П. Ашхабад, 1954.
5. Коровин Е.П., Гранитов И.И. Растительный покров Каракалпакского Усть-Урта // Усть-Урт (Каракалпакский), его природа и хозяйство. Ташкент, 1949.
6. Коровин Е.П. Растительность Средней Азии и Казахстана. Т.2. 2-е изд. Ташкент: Изд-во АН УзССР 1961. Т.1. 1962.
7. Курочкина Л.Я. Псаммофитная растительность пустынь Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1978.
8. Курочкина Л.Я., Османова Л.Т., Карибаева К.Н. Кормовые растения пустынь Казахстана. Справочное пособие Алма-Ата: Кайнар, 1986.
9. Лавров А.П. Почвы Северо-Западного Туркменистана. Ашхабад: Ылым, 1978.
10. Нечаева Н.Т. Полынно-солянковые пастбища Северо-Западного Туркменистана // Тр. Туркм. науч.-иссл. ин-та жив. и вет. Т. 1. Ашхабад, 1956.
11. Нечаева Н.Т., Василевская В.К., Антонова К.Г. Жизненные формы растений пустыни Каракумы. М.: Наука, 1973.
12. Никитин В.В., Гельдиханов А.М. Определитель растений Туркменистана. Л.: Наука, 1988.
13. Полевая геоботаника / Под ред. Е.М. Лавренко, А.А. Корчагина М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1964. Т. 3.
14. Родин Л.Е. Основные черты растительного покрова Северных (Заунгузских) Каракумов // Природные ресурсы Каракумов. М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1940. Ч.1.
15. Родин Л.Е. Растительность пустынь Западной Туркмении. М.;Л., 1963.
16. Рустамов И.Г. О классификации растительности равнинных пустынь Средней Азии // Пробл. осв. пустынь. 1970. № 6

17. *Рустамов И.Г.* Растительность средней и южной частей Западного Узбоя. Ашхабад, 1962.
18. *Кепбанов Р.А., Pawlenko A.W., Durdyýewa O.P.*

«Altyn asyr» Türkmen kölüniň sebitiniň ösümlük örtügi // «Altyn asyr» Türkmen köli: ekologiýa we biodürlüligi. Aşgabat, 2015.

P.A. KEPBANOW, G.A. JUMAMYRADOWA, O.P. DURDYÝEWA, M.O. SAHATOWA

GARABOGAZ ÝAKASYNYŇ OJARLYKLARY

Ojarlyklar Günorta-Gündogar Garabogaz ýakasynda giň ýaýramadyk, ýöne olar bu sebitiň ösümlük örtüginde möhüm wezipäni ýerine ýetirýärler, makalada olary öwrenmek boýunça geçirilen barlaglaryň netijeleri berilýär.

Formasiýanyň edifikatory ojara (gara sazaga) häsiýetnama berilýär – ösýän ýerleri, bile ösýän ösümlükleriň görnüş düzümi, toparlanmalaryň ýaşayyş şekilleri, dik (wertikal) gurluşy, ojarlyklaryň düzümine girýän assosiasiyalar barada maglumatlar bar.

P.A. KEPBANOV, G.A. JUMAMYRADOVA, O.P. DURDYEVA, M.O. SAHATOVA

BLACK SAXAUL COMMUNITIES OF THE KARABOGAZ REGION

The results of research on black saxaul communities of the southeastern Karabogaz region are presented. These communities are not widespread in this area but play a significant role in the vegetation cover of this region.

A characterization of the formation's edicator – black saxaul (*Haloxylon aphyllum*) – is provided, along with its habitats, species composition, life forms of accompanying vegetation, vertical structure of the communities, and the associations that make up the black saxaul stands.

**Г. КУРБАНМАМЕДОВА
Г. АТАХАНОВ
А. НУРБЕРДИЕВА**

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

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИКОРАСТУЩИХ ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ ТУРКМЕНИСТАНА

На основе анализа данных полевых исследований и обзора профильной литературы даётся эколого-биологическая характеристика ключевых видов дикорастущих плодовых растений Туркменистана.

Показано, что в условиях изменения климата успех создания устойчивых лесных насаждений напрямую зависит от глубокого понимания биологических особенностей видов. Эти знания критически важны для научно обоснованного подбора ассортимента пород при проектировании и проведении агролесомелиоративных мероприятий.

Сохранение горных и аридных экосистем Центральной Азии, крайне чувствительных к климатическим изменениям и антропогенному воздействию, является важнейшей задачей учёных и работников соответствующих структур.

Географическое положение Туркменистана и аридность его территории, специфика горного рельефа и преобладание ксерофитов обуславливают уникальность местной флоры. Чрезвычайно медленные темпы роста большинства древесных пород, очень слабое естественное возобновление сформировали крайнюю хрупкость локальных лесов и редколесий. Прогрессирующая в связи с этим деградация растительного покрова неизбежно приведёт к усилению эрозионных процессов, смыву почвы на горных склонах, нарушению гидрологического режима, ещё большей аридизации климата и ухудшению экологической обстановки в регионе.

В естественной среде на древесные растения воздействует комплекс неблагоприятных факторов и их способность противостоять, успешно адаптироваться к экстремальным условиям и сохранять жизненный потенциал является ключевым механизмом выживания.

Именно действие этого механизма обеспечивает жизнестойкость растений.

Несмотря на различие условий обитания, древесные растения аридной зоны обладают общими биологическими особенностями. Это конвергентное сходство является прямым следствием их произрастания в специфических природных комплексах, характеризующихся, прежде всего, острым дефицитом влаги и очень засушливым климатом.

Сходство адаптивных признаков у различных по своей природе видов отражается на структуре формируемых ими сообществ. Разреженность насаждений является прямым следствием не только аридности климата, но и биологических свойств самих растений, в частности, характера развития корневой системы.

В редколесьях деревья растут на значительном расстоянии друг от друга, их кроны не смыкаются, формируя при этом специфическую жизненную форму: они низкорослы, с короткими, часто многочисленными и искривлёнными стволами, широкой кроной. При этом наблюдается чёткая закономерность: чем суровее и суше условия обитания, тем более разрежены и низкорослы древостой.



Для типичных представителей шибляка (фисташка, миндаль, боярышник) характерна максимальная разреженность и низкорослость. Несмотря на это именно данные породы в современных климатических условиях демонстрируют высочайшую жизнеспособность и экологическую устойчивость. Полную противоположность им представляют такие мезофильные широколиственные породы, как орех грецкий и платан восточный. Произрастая в наиболее увлажнённых местообитаниях, они формируют высокоствольные почти сомкнутые насаждения.

Ниже приводится краткая характеристика наиболее значимых видов. С целью разработки стратегии сохранения и восстановления генофонда дикорастущих плодовых культур, обобщены данные литературных источников, многолетних полевых исследований, а также опроса местного населения. Особое внимание уделено растениям, перспективным для интродукции и введения в культуру.

Орех грецкий (*Juglans regia*) – листопадное дерево сем. Ореховые (*Juglandaceae*). Ирано-пригималайский вид, редкое реликтовое растение. Как типичный мезофит предпочитает плодородные почвы, хорошо увлажнённый воздух и субстрат, тепло- и светолюбив. В естественных условиях растёт 300–500 лет, при этом основные массивы сосредоточены преимущественно в глубоких горных ущельях, где стабильный гидротермический режим и достаточный уровень влажности (рис. 1).

По результатам многолетних исследований и наблюдений за семенным возобновлением установлена выраженная теневыносливость в первые 2 года жизни, а затем резкая светолюбивость. Данная биологическая особенность является основной причиной отсутствия устойчивого подроста в условиях сомкнутости насаждений.

В то же время специалисты единодушно отмечают исключительную способность к вегетативному возобновлению, которая сохраняется до глубокой старости. Даже сильно повреждённые или практически разрушенные гнилью особи способны формировать обильную поросль на любой высоте штамба (от корневой шейки и выше). Такая поросль отличается интенсивным ростом и через 4–5 лет способна полностью заменить материнское дерево.

Высокая способность к вегетативному размножению обуславливает стабильность популяций, но при этом они постепенно стареют, снижается возможность генетического разнообразия порослевых насаждений по сравнению с семенными.

В естественных условиях произрастания всходы появляются в конце апреля – начале мая, достигая к началу лета высоты 8–10 см. В середине июня линейный рост надземной части приостанавливается и интенсивно развивается корневая система.

В первый год жизни формируется относительно короткий стержневой корень, который не всегда проникает глубже пересыхающего почвенного горизонта, поэтому в засушливый период гибель (отпад) сеянцев может достигать 50–80 %. На второй год вегетация возобновляется в середине мая и годовой прирост составляет около 3, а на третий – 20–25 см.

Существенно иные показатели на орошаемых землях в питомниках. При оптимальном уходе в первый год после посева сеянцы достигают высоты 40–50 см и продолжают активный рост до середины июля. К концу второго года они достигают 75 см, а к третьему – 100. Стоит отметить, что эти морфометрические параметры характерны для растений, выращенных из стратифицированных семян или при раннем сроке сева. При запоздалом посеве высота сеянцев к концу первого года вегетации, как правило, составляет 20–25 см.

В аридных условиях с первых лет жизни у дерева формируется специфическая кустообразная форма. Основным фактором,



Рис. 1. Орех грецкий в фазе плодоношения



определяющим такую морфологию, является воздействие критически высоких температур и интенсивной инсоляции в начале летнего периода. Сильный нагрев поверхности почвы приводит к термическому ожогу ствола молодых растений у корневой шейки, в результате чего сеянцы и саженцы либо погибают, либо трансформируются в поросль, приобретая кустовидный габитус.

В первые 3–5 лет жизни при остром дефиците почвенной влаги у сеянцев ежегодно отмирает верхушечная часть побегов текущего года. У наиболее молодых растений (1–2 года) может полностью отмирать вся надземная часть. С возрастом, по мере развития и укрепления растения, повреждения обычно не превышают 1/3 длины побега. В засушливых условиях отмирание апикальной (верхушечной) части служит физиологическим стимулом для пробуждения спящих почек. Как правило, из них одновременно развивается несколько замещающих побегов, в результате чего дерево приобретает характерную многоствольную кустообразную форму уже на ранних этапах онтогенеза [3].

Развитие растения зависит от уровня освещённости. Под густым лесным пологом деревья существенно отстают в росте от тех, что находятся на открытых участках. Особенно выраженная разница наблюдается в интенсивности ежегодного прироста побегов. Это подтверждает светолюбивость зрелых особей.

Срок вступления в фазу плодоношения (8–25 лет) определяется эдафическими и гидрологическими условиями местообитаний: на террасированных склонах с умеренным увлажнением – 15–18 лет, в поймах горных рек, у родников (по дну ущелий) при стабильном и обильном увлажнении – на 8–10-й год. Эти показатели характерны для деревьев семенного происхождения, тогда как развивающиеся порослью могут вступать в репродуктивную фазу уже на 5–8-й год даже на неорошаемых склонах. Особый научный и практический интерес представляют скороплодные (3–4-летние) формы, имеющие биологическую особенность: женские цветки могут появляться уже в 1-й год жизни, в то время как формирование мужских соцветий (серёжек) начинается лишь на 3–4-й [3].

Создание высокоурожайных насаждений возможно лишь при использовании каче-

ственного селекционного материала (высокопродуктивных сортов и форм) и интенсивной агротехники. Ключевым условием является формирование развитой кроны, что достигается за счёт оптимизации плотности посадки. При выращивании на богаре определяющим фактором является площадь питания растения: она должна быть достаточной для обеспечения его потребности в почвенной влаге, минеральных элементах и развития надземной части. Наиболее долговечные посадки на богаре формируются при использовании традиционных сортов и форм и соблюдении схемы размещения деревьев 12×12 – 16×16 м². Именно при такой разреженности растений развивается мощная раскидистая и хорошо освещённая крона плодового типа, минимизируется межвидовая конкуренция за ограниченные ресурсы влаги и обеспечивается стабильно высокая и долговечная урожайность. При более плотном же размещении неизбежно возникают острая конкуренция за ресурсы и, соответственно, угнетение роста. Многочисленными исследованиями подтверждено, что плодовая продуктивность вида напрямую коррелирует с объёмом и качеством развития кроны. В сомкнутых насаждениях деревья имеют слаборазвитый листовой аппарат, что не только снижает урожайность, но и существенно отодвигает сроки вступления в фазу плодоношения [1].

Каповые наросты на деревьях традиционно рассматриваются как патология, однако их формирование можно трактовать и как специфическую биологическую особенность, выработанную в процессе эволюции. Такие наплывы выполняют важную защитную функцию, предохраняя ствол от насекомых-вредителей, фитопатогенов, ветровалов, а также критических перепадов температуры.

В ходе филогенеза вид адаптировался к периодическим паводкам, приобрёл определённую устойчивость к селевым потокам и выработал высокую регенерационную способность к быстрому заживлению повреждённой коры. Даже частично вывернутые, но сохранившие связь с почвой деревья активно формируют вегетативные побеги, давая начало новой поросли. Эта биологическая пластичность в определённой мере сдерживает сокращение популяции в горах Копетдага, однако не решает проблему общего старения



ореховых лесов. Потенциал вегетативного возобновления лимитирован предельной продолжительностью жизни корневой системы. Более того, в современных условиях устойчивость к селю становится относительной: деревья зачастую не выдерживают мощи и частоты паводков последних лет. При прохождении потока кора на стволах повреждается вплоть до полного её обдирания на высоту до 1,5 м. Такие особи с обширными участками обнажённой древесины неизбежно обречены на гибель, так как их проводящая система оказывается разрушенной.

Оптимальными для хорошего роста и развития являются глубокие, плодородные и свежие суглинистые почвы с умеренным содержанием извести. Несмотря на определённую экологическую пластичность вид чувствителен к состоянию субстрата, то есть почва не должна быть избыточно плотной, засоленной или переувлажнённой. Присутствие извести благоприятно сказывается на развитии растений, хотя они могут вегетировать и на слабнокислых почвах. На тяжёлых и сырых грунтах рост быстро замедляется, что нередко вызывает высыхание верхушечной части.

Местное население традиционно отдаёт предпочтение дикорастущей форме, плоды которой отличаются лучшим вкусом и высоким содержанием масел. Это уникальное растение, так как все его части – корни, побеги, листья, плоды, богаты биологически активными веществами, что делает его одной из наиболее перспективных культур для широкого разведения и расширения границ естественного ареала.

Дикорастущие популяции Туркменистана – это бесценный генетический фонд для селекции новых сортов, сочетающих в себе устойчивость к болезням и экстремальной засухе. Кроме того, это основная порода для облесения горных склонов и озеленения населённых пунктов. Сохранение туркменской популяции даже в условиях её фрагментации имеет стратегическое значение. Дальнейшее изучение и выявление ценных форм – приоритетная задача отечественной науки [1,4,5].

Инжир обыкновенный (*Ficus carica*), или смоковница – листопадный кустарник (реже дерево) сем. Тутовые (*Moraceae*). В процессе длительной эволюции у растения сформировались уникальные облигатные

взаимоотношения с насекомыми-опылителями (бластофагами). Эти два биологических вида настолько тесно связаны, что их существование друг без друга в естественной среде невозможно (рис. 2).

Корневая система отличается исключительной пластичностью, её простирается зависит от режима увлажнения. При достаточном запасе влаги основная масса корней равномерно осваивает почвенный горизонт до 3 м. Однако в экстремальных условиях (на скалистых участках) в поисках воды корни способны проникать по трещинам материнской породы на глубину до 6 м и более.

Период вегетации начинается в марте – апреле и завершается во второй половине ноября. Плодоносит на 2–3-й год жизни и сохраняет высокую продуктивность в течение 50–80 лет. В естественных биоценозах преобладает семенное размножение, тогда как в культуре основным методом является черенкование [2].

Вид не требователен к почве, но достигает максимальной продуктивности на хорошо дренированных лёгких суглинках с примесью песка. Примечательно, что мужские особи (каприфиги) более приспособлены к дефициту почвенной влаги. По уровню жаростойкости и устойчивости к атмосферной засухе дикорастущая форма лидирует среди плодовых культур, превосходя в этом отношении даже фисташку настоящую. Однако, если дикорастущие формы крайне выносливы, то для получения стабильных урожаев высокого качества в культуре необходимы оптимальная влажность почвы при сухости воздуха. Растение чувствительно к избыточному засолению, заболачиванию и близкому залеганию грунтовых вод.



Рис. 2. Инжир обыкновенный в фазе плодоношения



Зимой находится в состоянии глубокого покоя и способно выдерживать кратковременное понижение температуры до $-12...-15^{\circ}\text{C}$. Критическим порогом для надземной части (вымерзание до уровня снежного покрова или корневой шейки) является температура $-16...-20^{\circ}\text{C}$. Наибольшую опасность представляют ранние осенние заморозки. В связи с продолжительным периодом вегетации ткани побегов не всегда успевают своевременно одревеснеть, и внезапное резкое похолодание может привести к серьёзному повреждению кроны. Тем не менее, растение обладает высокой регенерационной способностью и быстро восстанавливается за счёт прикорневой поросли. Не менее губительны поздние весенние заморозки, наступающие после начала сокодвижения, они уничтожают молодые побеги и, как следствие, весенний урожай.

Выращиваемые в садах Юго-Западного Копетдага формы по морфологическим признакам во многом идентичны дикорастущим и отличаются более крупным размером соплодий, сочностью и сахаристостью. Данные наблюдения позволяют предположить, что культивируемая в регионе форма имеет местное происхождение и была отобрана населением из природных популяций. Это подтверждает статус региона как важного очага формообразования этой культуры. Юго-Западный Копетдаг является наиболее перспективным регионом для её промышленного разведения. Уникальный сухой субтропический климат с редкими морозными зимами и продолжительным жарким летом создаёт идеальные условия для вегетации. В отличие от других районов здесь возможно неукрывное культивирование инжира, а низкая влажность воздуха в период созревания позволяет проводить естественную (на солнце) сушку плодов. По биохимическим показателям (содержанию сахаров, витаминов и микроэлементов) продукция данного региона превосходит аналоги из других областей страны.

Обладая высокой засухоустойчивостью, мощной и пластичной корневой системой, это растение играет ключевую роль в противоэрозионных мероприятиях. Оно укрепляет почву на крутых склонах, предотвращая деградацию земель и оползневые процессы, а густая декоративная крона и неприхотливость позволяют использовать его для ланд-

шафтного озеленения населённых пунктов и создания защитных лесополос в предгорьях [4,5].

Для сохранения и обогащения генетического разнообразия вида необходимо расширение исследовательских работ. Приоритетными задачами являются изучение внутривидового полиморфизма в естественных популяциях, целенаправленный отбор наиболее морозостойких и засухоустойчивых форм и проведение совместных экспедиционных исследований на приграничных территориях (Иран, Афганистан) для сбора ценного селекционного материала.

Барбарис (*Berberis*) – листопадный колючий кустарник сем. Барбарисовые (*Berberidaceae*). Во флоре Туркменистана род представлен тремя видами: барбарис туркменский (*Berberis turcomanica*), густоцветковый (*B. densiflora*) и иберийский (*B. iberica*). Все виды являются ценными медоносами с высоким содержанием нектара, их цветки имеют выраженный аромат (рис. 3,4).

Исключительно неприхотливое растение: может расти на малопродуктивных почвах, зимо- и жаростойко, а также устойчиво к атмосферной засухе. Благодаря быстрому росту и декоративности, широко используется для создания живых изгородей, бордюров, а также в одиночных и групповых посадках.

Особую ценность представляет для агролесомелиорации, так как его мощная корневая система эффективно закрепляет почвенный горизонт, предотвращая эрозию и разрушение склонов. Разведение не представляет сложности и возможно несколькими способами:

1) семенное (высаживаются очищенные от околоплодника и прошедшие 60-дневную стратификацию семена, которые весной дают дружные всходы. К концу первого года вегетации сеянцы достигают высоты 20–30 см, а на второй готовы к пересадке на постоянное место (на хорошо увлажнённых участках возможен прямой посев в грунт);

2) вегетативное (черенками, отводками и делением куста, но для массовых посадок лучше использовать одно- или двухлетние сеянцы как наиболее простой и экономически оправданный способ [2,3]).

Несмотря на комплекс ценных свойств, местное население его практически не



Рис.3. Барбарис иберийский в фазе цветения



Рис.4. Барбарис туркменский в фазе плодоношения

культивирует из-за низкой потребительской привлекательности. Тем не менее, увеличение площади посадок этой одной из основных кустарниковых пород открывает широкие перспективы в горном лесоразведении для освоения склонов различных экспозиций. Учитывая высокую конкурентоспособность растения, целесообразно создавать чистые (монокультурные) насаждения, не смешивая их с другими древесными культурами. Выполняет важнейшую почвозащитную функцию, так как прекрасно приживается и интенсивно развивается на крутых откосах и сильно эродированных склонах.

Численность неуклонно сокращается. Основными лимитирующими факторами являются несанкционированная вырубка и лесные пожары, аридизация климата и иссушение естественных мест произрастания, антропогенная нагрузка на экосистемы. Лишь незначительная часть природных ареалов находится на особо охраняемых природных территориях.

Сохранение генофонда туркменской популяции требует разработки комплекса охранных мероприятий и бережного отношения к природным зарослям.

Айва обыкновенная (*Cydonia oblonga*) – листопадный кустарник, или небольшое дерево сем. Розоцветные (*Rosaceae*) с сильно разветвлённой, но поверхностно расположенной корневой системой, что требует особого режима увлажнения. В естественных биоценозах возобновляется преимущественно вегетативно (отводками и корневыми отпрысками), тогда как при культивировании размножается в основном черенкованием и прививкой.

Теплолюбивое и жаростойкое растение, при регулярном орошении успешно переносит высокую летнюю температуру. Предпочитает суглинистые и глинистые субстраты с примесью песка, может расти на слабо засоленных почвах. Влаголюбивая порода, но чувствительна к избыточному застою влаги и плохой аэрации почвы.

Плодоносит на 3–4-й год жизни и ежегодно с одного куста может давать 50 кг и более. Длительность продуктивного периода зависит от происхождения: у привитых особей – 30–35 лет, а у корнеотпрысковых растений высокая урожайность сохраняется до 50 лет и дольше [2,3].

Ценный медонос и эффектное декоративное растение, широко используемое в озеленении городов, в лесоразведении и создании защитных полос на полях. Особую роль играет в укреплении берегов рек и оросительных каналов, где её густая корневая система препятствует размыву русл.

Необходимо усилить режим охраны естественных зарослей и активизировать фундаментальные исследования биологии и экологии вида на базе профильных научно-исследовательских институтов.

Груша Буасье (*Pyrus boissieriana*) – высокий кустарник или небольшое дерево с характерной асимметричной кроной сем. Розоцветные. Уникальный реликтовый вид, сохранившийся с доледникового периода. Типичный ксерофит, обладает феноменальной устойчивостью к экстремальным условиям аридной зоны.

Размножается семенами, но его адаптивной особенностью является способность



образовывать многочисленные корневые отпрыски, что в условиях жёсткого дефицита влаги позволяет популяции сохранять устойчивость. Естественное возобновление протекает крайне медленно. Несмотря на хорошую всхожесть семян, молодые ростки практически полностью уничтожаются дикими копытными животными и домашним скотом, что создает критический разрыв в возрастной структуре популяций.

Светолюбивое растение (выраженный гелиофит), отличающееся высокой жаростойкостью и способностью вегетировать при экстремально низкой влажности воздуха. Проявляет умеренную чувствительность к суровым зимним холодам. К почвам абсолютно неприхотливо, хорошо растёт на сухих каменистых и щебнистых склонах, где другие листовые породы гибнут. Благодаря мощной, глубоко проникающей корневой системе удерживает почвенный слой на крутых откосах, предотвращая водную эрозию и оползневые процессы.

Главная ценность вида заключается в его статусе «банка генов» для мирового сельского хозяйства. Благодаря природной устойчивости к ряду грибковых заболеваний и уникальной засухоустойчивости, представляет собой идеальный подвой для культурных сортов в горных и засушливых регионах. Высокие декоративные качества являются фактором широкого использования в садово-парковом искусстве.

Для сохранения этого реликта необходимы запрет вырубки и усиление контроля соблюдения противопожарных мероприятий в горных лесах, ограничение выпаса скота в местах произрастания вида, проведение инвентаризации локальных популяций и мониторинга их численности, создание питомников для выращивания посадочного материала и реинтродукции вида в природную среду (искусственное восстановление).

Яблоня туркменов (*Malus turkmenorum*) – листопадное кустарник, или небольшое дерево сем. Розоцветные. Редкий эндемичный вид и уникальный генетический ресурс, сформировавшийся в условиях экстремальной аридности климата. Его лучшие формы издавна вошли в местную культуру под названием «баба-арабка».

Вид обладает исключительной способ-

ностью к вегетативному возобновлению. На ветвях и стволах формируются многочисленные капы (скопления спящих придаточных почек). По мере старения материнского ствола (к 25–30 годам) происходит его естественное отмирание и замещение мощной корневой порослью. Так растение постоянно «омолаживается», существуя в форме пристовольных клонов.

В ходе естественного отбора сформировалась способность к самоопылению, что критически важно для изолированных популяций. Однако семенное возобновление остается слабым из-за нестабильных климатических условий в период цветения.

Цветение раннее (март) и часто довольно продолжительное за счёт образования дополнительных (вторичных) соцветий, что позволяет растению «уходить» от весенних заморозков (если первые цветки погибают, урожай формируется из более поздних). Плоды созревают рано (июль – август) и располагаются в эффектных гроздевидных соцветиях. Плодоношение периодическое. При благоприятных условиях общая продолжительность жизни клональной системы может составлять 30–70 лет и более.

Обладает устойчивостью к большинству грибковых заболеваний, типичных для региона. Необычайно неприхотливая, засухоустойчивая и жаростойкая порода. В условиях глобального изменения климата, усиливающегося опустынивания и дефицита водных ресурсов, генетический потенциал этого эндемика является важнейшим условием сохранения вида.

Углублённое изучение физиологии необходимо для выведения новых засухоустойчивых сортов, способных плодоносить в жёстких условиях предгорий и пустынных оазисов [4,5].

Боярышник понтийский (*Crataegus pontica*) – листопадное дерево (реже крупный кустарник) сем. Розоцветные. Вид характеризуется высокой приживаемостью при пересадке и пластичностью способов размножения (семенами и прививкой). Для семенного размножения плоды заготавливают в летне-осенний период по мере их созревания. Технология посева включает обязательную очистку косточек от мякоти. Посев проводят осенью или весной в подго-



товленные гряды с обязательным мульчированием поверхности древесными опилками для сохранения влаги и предотвращения образования почвенной корки. Глубина заделки семян – от 1 до 3 см, в зависимости от фракции посевного материала (рис. 5).

Обладает уникальным сочетанием адаптивных качеств: засухоустойчивостью, жаро- и морозостойкостью. Кроме того, растение устойчиво к вредителям и болезням. Крайне перспективная культура для освоения территорий со сложными почвенно-климатическими условиями, где выращивание традиционных плодовых пород затруднено или невозможно. Несмотря на общую неприхотливость и регулярную урожайность в природе, в культуре демонстрирует хорошие темпы роста на орошаемых землях при условии полной освещённости [4,5].

Как быстрорастущая порода перспективна для создания противоэрозионных лесных насаждений. Корневая система надёжно фиксирует субстрат на крутых склонах, способствует уменьшению поверхностного стока и, как следствие, стабилизации дебита горных рек. Создание защитных полос из этого вида способствует улучшению микроклимата, сохранению травянистого покрова. Может широко использоваться в декоративном садоводстве и при создании устойчивых ландшафтных композиций.

Рябина греческая (*Sorbus graeca*) – листопадное дерево с компактной широкопирамидальной кроной сем. Розоцветные. Редкий реликтовый представитель восточномедиземноморской флоры. В силу ограниченности ареала и низкой численности популяций вид внесён в Красную книгу Туркменистана как находящийся под угрозой исчезновения.

Обладает комплексной хозяйственной ценностью, перспективное плодое, декоративное, медоносное и лекарственное растение, источник получения дубильных веществ. Характеризуется высокой экологической пластичностью, засухо- и морозоустойчивостью. Гелиофитен. К почве не требователен, поэтому растёт в суровых горных условиях.

Одной из главных биологических угроз для естественного возобновления вида являются насекомые-вредители, в частности, семяеды, которые уничтожают значительную часть семенного фонда. Для стабили-



Рис.5. Боярышник понтийский в фазе плодоношения

зации популяции необходимо проведение фитосанитарного мониторинга и защитных мероприятий.

До настоящего времени этот уникальный вид практически не выращивался в культуре и для его сохранения необходимо изучение возможности массового выращивания саженцев в лесных питомниках с посадкой их в перспективе в естественные места обитания для восстановления природных микропопуляций, широкого использования в озеленении населённых пунктов и промышленных зон. Высокая декоративность в сочетании с неприхотливостью делают это растение востребованным элементом городского ландшафта и способствует его сохранению.

Унаби обыкновенный (*Zizyphus jujuba*) – листопадное дерево, или крупный кустарник сем. Крушиновые (*Rhamnaceae*), широко известно как «китайский финик». Благодаря исключительным пищевым и фармакологическим свойствам считается одним из самых ценных растений региона.

В естественных условиях возобновляется и семенами, и вегетативно (от пня и корневой порослью), тогда как сортовой материал размножают преимущественно прививкой.

Процесс развития сеянцев на склонах в засушливых условиях характеризуется умеренными темпами на начальном этапе: 1-й год высота достигает 10–15 см; 2-й – 25–30 см. В 10-летнем возрасте рост активизируется, достигая 2-х м, к 20 годам – 3-х, но к 30 годам ростовые процессы замедляются. Основным лимитирующим фактором, сдерживающим



линейный рост, является дефицит почвенной влаги.

Развитие подземной части растения проходит несколько специфических стадий, обеспечивающих выживание на крутых склонах. В ювенильном возрасте (2–3 года) формируется мощный стержневой корень, уходящий на глубину 80–100 см при слабом развитии боковых ответвлений. На этапе освоения почвенного горизонта (8–10 лет) основная масса корней перераспределяется в верхнем метровом слое, в период вегетации залегающие поверхностно (10–20 см) горизонтальные корни обнажаются при эрозии и смыве почвы. Это стимулирует пробуждение спящих почек и появление корневых отпрысков, у которых через 2 года формируется собственная корневая система, а к третьему она начинает активно осваивать верхние горизонты почвы. При частичном отмирании связующих горизонтальных корней молодой побег утрачивает связь с материнским растением и закрепляется на эродированных участках.

Способность корневой системы проникать глубоко в трещины скальных пород, где накапливается атмосферная влага, объясняет уникальную жизнестойкость вида в условиях экстремального дефицита воды. Наличие глубокого стержневого корня и его отпрысков, интенсивно развивающихся в приповерхностном слое почвы, обуславливает ценность этой породы для горной лесомелиорации, укрепления крутых склонов и стабилизации дорожных откосов.

Наилучшего развития культура достигает в условиях продолжительного жаркого лета с низкой относительной влажностью воздуха. Она экологически пластична: выдерживает понижение температуры до $-20...-25$ °C и успешно вегетирует при $+40$ °C и выше. Благодаря позднему цветению, генеративные органы практически не повреждаются возвратными весенними заморозками, расти может на различных субстратах. Лимитирующими факторами являются лишь сильное засоление, тяжёлые глинистые почвы и близкое залегание грунтовых вод. Вид отличается быстрым созреванием плодов, вступая в репродуктивную фазу в возрасте 3–4 лет [2,3].

Засухоустойчивость, жаро- и морозостойкость в совокупности со скороплодностью делают это растение одной из самых перс-

пективных культур для промышленного садоводства аридной зоны. Особый научный и практический интерес представляет создание в зоне горной полупустыни многофункциональных лесосадов. Такие насаждения могут одновременно решать три задачи: продовольственную (поставка ценных диетических плодов), экологическую (лесомелиорация); эстетическую (декоративное озеленение).

Несмотря на возможность вегетативного размножения (черенками и отпрысками), для создания устойчивых лесных культур научно обосновано выращивание из семян. Для этого плоды собираются осенью в фазе полного биологического созревания, замачиваются в воде на 48–72 ч, после чего размягчённая мякоть легко отделяется. Очищенные семена подвергаются длительному воздействию низкой положительной температуры (исключая её резкий перепад) в увлажнённом субстрате. За 15–20 дней до посева семена переносят в тёплое помещение ($20-25$ °C) для активизации ферментативных процессов. Это обеспечивает дружное прорастание в хорошо прогретой почве (обычно в конце апреля) на глубину 3–5 см. При строгом соблюдении агротехники сеянцы к концу первого года вегетации достигают кондиционного размера (диаметр корневой шейки – не менее 6–8 мм, высота надземной части – 15–25 см) и пригодны для пересадки в открытый грунт.

Быстрее развиваются саженцы при вегетативном размножении. Для пересадки используются 2–3-летние отпрыски из естественных мест произрастания. Ключевым условием их приживаемости является наличие хорошо развитой корневой системы (слабые особи сначала высаживаются в школку). Наиболее эффективно использование черенков диаметром 0,8–1,5 и длиной 12–15 см. Посадку проводят осенью (оптимальный срок – ноябрь) или ранней весной, укладывая черенки в почву горизонтально. Можно размножать побегами, но это требует контроля влажности субстрата.

В настоящее время ведётся активная научно-исследовательская работа по расширению площадей под выращивание этой культуры, в частности, по акклиматизации сортового материала и совершенствованию методов вегетативного размножения для закладки промышленных плантаций. В усло-



виях глобального потепления и аридизации климата это растение наиболее востребовано при создании «зелёного пояса» вокруг населённых пунктов, организации противоэрозионной защиты предгорных территорий и адаптации к дефициту водных ресурсов. Благодаря исключительной выносливости, оно является идеальной моделью для формирования устойчивых агроценозов будущего.

Виноград лесной (*Vitis sylvestris*) – мощная листопадная лиана сем. Виноградовые (*Vitaceae*). Это реликтовое ветроопыляемое растение является крайне редким для флоры региона, что требует строгого мониторинга сохранившихся локаций и включения вида в Красную книгу Туркменистана. Важной биологической особенностью его является наличие мужских особей.

В естественных биоценозах размножается и семенами, и вегетативно. В благоприятных условиях формирует лозу длиной до 30 м, которая обладает высокой регенерационной способностью: укореняются не только молодые, но и многолетние побеги. При контакте с почвой корневая система формируется в поверхностном горизонте (на глубине 20–25 см), что позволяет максимально эффективно использовать атмосферные осадки и влагу из верхних слоёв субстрата.

Семенами размножается реже и преимущественно в пойме горных рек, у родников. Прорастают они в конце апреля – начале мая, когда почва достаточно прогревается. В первый год жизни сеянцы развиваются в критических условиях. Поэтому к концу первого сезона высота их не превышает 10–12 см (медленный рост), а стержневой корень из-за дефицита влаги короткий. На открытых быстро пересыхающих участках наблюдается их массовая гибель, так как корневая система не достигает глубоких горизонтов до наступления летнего зноя. Развитие же уцелевших экземпляров напрямую зависит от стабильности почвенного увлажнения.

В засушливых условиях корневая система более мощно развивается в верхнем горизонте почвы. Эта морфологическая особенность сформировалась в процессе эволюции в условиях отсутствия грунтовых вод, когда единственным источником влаги являются атмосферные осадки. При культивировании на богаре необходимо, чтобы площадь

увлажнения каждого растения была значительно больше, чем при выращивании его в условиях орошения.

Главная ценность вида заключается в его использовании как первичного генетического материала для селекции. Исторически сложилось так, что местное население, отбирая наиболее продуктивные дикорастущие формы и используя простейшие методы агротехники, фактически создало базу для формирования локальных сортов с плодами улучшенного качества. Сохранение этого «живого наследия» является залогом успеха виноградарства в будущем, особенно при выведении сортов, устойчивых к филлоксере и грибковым заболеваниям.

Вид проявляет высокую адаптивность к почвенным условиям, однако оптимальные показатели роста и развития наблюдаются на лёгких плодородных субстратах с достаточным содержанием извести и серы. Биохимический состав ягод, в частности, их сахаристость и кислотность, напрямую детерминирован климатическими факторами. В условиях жаркого климата и интенсивного солнечного излучения плоды накапливают максимальное количество сахаров и сохраняют высокую кислотность. Даже незначительные вариации в составе почвы или экспозиции склона (освещённости) мгновенно отражаются на качестве урожая, что подтверждает статус вида как тонкого индикатора микроклимата.

В условиях горного рельефа выступает как мощный естественный закрепитель грунта. Развивая разветвлённую сеть поверхностных корней, буквально «прошивает» верхние горизонты почвы, создавая устойчивый биологический каркас. Это делает его незаменимой породой для обсадки сильно эродированных участков и стабилизации склонов с дефицитом подпочвенных вод.

Лох узколистый (*Elaeagnus angustifolia*) – листопадное дерево или крупный кустарник сем. Лоховые (*Elaeagnaceae*). Вид характеризуется относительно коротким жизненным циклом (до 30 лет), однако отдельные экземпляры в благоприятных условиях доживают до 60–80 лет. Размножается семенами и вегетативно.

При семенном размножении всходы появляются в мае, когда температура воздуха и

Эколого-биологические показатели дикорастущих плодовых пород

Растение	Жизненная форма	Свойство						
		1	2	3	4	5	6	7
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
Орех грецкий	Дерево	300–400 (700)				+		
Инжир обыкновенный	Кустарник	30–60 (300)		+		+		
Барбарис туркменский	–«–	До 50	+	+		+		+
Барбарис густоцветковый	–«–	–«–	+	+		+		+
Груша Буассье	Кустарник/дерево		+	+		+		+
Груша обыкновенная (<i>P. communis</i>)	Дерево	–«–		+		+		+
Груша туркменская (<i>P. turcomanica</i>)	–«–	–«–		+		+		+
Яблоня туркменов	Кустарник	50–100	+	+		+		
Рябина греческая	Дерево	80–100 (300)					+	+
Боярышник ложночерно- плодный (<i>Crataegus</i> <i>pseudomelanocarpa</i>)	–«–	До 300		+		+		
Боярышник понтийский	–«–	–«–		+		+		
Боярышник ложный азоролус (<i>C. pseudoazarolus</i>)	–«–	–«–		+		+		
Боярышник Никитина (<i>C. nikitinii</i>)	Дерево/Кустар- ник	–«–		+		+		
Боярышник Андросова (<i>C. androssovii</i>)	–«–	–«–		+		+		
Боярышник ложносомнитель- ный (<i>C. pseudoambigua</i>)	Дерево	–«–		+		+		
Боярышник туркестанский (<i>C. turkestanica</i>)	Дерево/Кустар- ник	–«–		+		+		
Боярышник туркменский (<i>C. turcomanica</i>)	Дерево	–«–		+		+		
Ежевика анатолийская (<i>Rubus anatolicus</i>)	Кустарник	До 15						
Ежевика сизая (<i>R. caesius</i>)	Кустарничек	–«–						
Ежевика каракалинская (<i>R. karakalensis</i>)	–«–	–«–						
Слива растопыренная, алыча (<i>Prunus cerasifera</i>)	Дерево/Кустар- ник	60–70		+				+
Слива домашняя, гаралы (<i>P. domestica</i>)	Дерево	–«–		+				+
Миндаль обыкновенный (<i>Amygdalus communis</i>)	–«–	120–150	+	+		+		
Миндаль туркменский (<i>A. turcomanica</i>)	Кустарничек	30–50	+	+		+		
Миндаль метельчатый (<i>A. scoparia</i>)	Кустарник	–«–	+	+		+		
Вишня мелкоплодная (<i>Cerasus microcarpa</i>)	–«–	60–70	+	+				
Вишня ложноплодная (<i>C. pseudoprostrata</i>)	Кустарничек	–«–	+	+		+		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вишня Блиновского	—«—	—«—	+			+		
Вишня магалепка (<i>C. mahaleb</i>)	Дерево	—«—	+			+		
Фисташка настоящая (<i>Pistacia vera</i>)	—«—	300–400	+	+		+		
Унаби обыкновенный	—«—	До 300	+	+		+	+	
Виноград лесной	Кустарник	80–100				+		
Лох восточный	Дерево	До 80		+	+	+		+
Гранат обыкновенный	—«—	30–40/50–60	+	+		+		
Свида Мейера (<i>Thelecrania meyeri</i>)	Дерево	120–150				+		

Примечание. 1 – жизненная форма; 2 – продолжительность жизни; 3,4,5 – жароустойчивость; засухоустойчивость; солеустойчивость; 6 – светолюбие; 7 – морозостойкость; 8 – устойчивость к вредителям и болезням.

почвы становится достаточно высокой. Сеянцы растут быстро, достигая к концу 1-го года 80–100 см. Вегетативно размножается отпрысками, которые появляются на корнях, располагающихся близко к поверхности почвы. Поросль появляется на обнажённых корнях, реже на углублённых (10–20 см). Способность к быстрому вегетативному размножению должна учитываться при выращивании в культуре. В питомниках легко размножается отводками, черенками и даже при посадке «колышков» (одревесневших черенков) в грунт.

Обладает поразительной устойчивостью к жаре, хорошо растёт на засоленных почвах, но на солончаках отмирает. Светолюбивая порода, хорошо переносит не только жару, но и холод. Устойчива к выхлопным газам и задымлению воздуха, поэтому во многих случаях незаменима при создании лесозащитных полос. Наличие на корнях бактерий, фиксирующих атмосферный азот, позволяет выращивать этот вид на довольно бедных почвах. Укрепляет берега рек и каналов, предотвращает размыв русл. Кроме того, является прекрасным медоносом и кормом для диких животных.

Учитывая роль этого растения в поддержании экологического баланса, необходимо проведение специальных мероприятий по восстановлению популяций [4,5].

Гранат обыкновенный (*Punica granatum*) – листопадный кустарник или не-

большое дерево сем. Гранатовые (*Punicaceae*). Характеризуется сложной системой репродукции: преобладает перекрёстное опыление – энтомофилия (с участием пчёл, реже жуков, бабочек и муравьёв), но возможно и самоопыление. Продолжительность жизни в природе – 50–70 лет.

В естественных биоценозах возобновляется преимущественно вегетативно (корневыми отпрысками). Семенное размножение в природе носит спорадический характер и успешно лишь в климатически благоприятные годы. В культуре размножается укоренением однолетних черенков длиной 30 см и толщиной 10–12 мм, которые заготавливают в ноябре – декабре из вполне вызревшей поросли и хранят в прикопанном виде до марта. При семенном размножении происходит большое расщепление признаков, поэтому этот способ применяется только для получения новых сортов.

Причина сокращения популяций – слабое семенное возобновление, изменение условий обитания в результате антропогенного пресса (пожары, выпас) и смыва почвы во время селевых потоков.

Традиционно культивируется как плодое растение, но используется и как декоративное при озеленении населённых пунктов. Благодаря мощной корневой системе, эффективно укрепляющей верхние горизонты почвы, предотвращая эрозию горных склонов. Являясь засухоустойчивой и жаростой-



кой культурой, взрослые растения выдерживают морозы $-10...-15^{\circ}\text{C}$ без повреждений. Очень чувствительно к засоленным и заболоченным почвам.

Таким образом, дикорастущие плодовые растения горного Туркменистана обладают различными эколого-биологическими свойствами: продолжительность вегетационного периода, требования к влажностному и температурному режиму, физико-химическому составу почв. В связи с этим при проведении агролесомелиоративных работ необходимо

уделять особое внимание физиологическим процессам в растениях, так как они служат объективным показателем адаптации к среде обитания.

В условиях изменения климата успех создания устойчивых лесных насаждений напрямую зависит от учёта этих особенностей при подборе древесных пород.

Дата поступления

3 апреля 2026 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атаханов Г., Курбанмамедова Г., Кельджаев П., Тагыев Ч. Природные популяции ореха грецкого и пути улучшения их состояния // Пробл. осв. пустынь. 2024. № 1-2.
2. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи. Л.: Колос, 1971.
3. Запргяева В.И. Дикорастущие плодовые Таджикистана. М.;Л.: Наука, 1964.
4. Курбанмамедова Г., Атаханов Г., Кельджаев П., Тагыев Ч. Культурные плодовые растения и их дикие сородичи // Пробл. осв. пустынь. 2025. № 1-2.
5. Курбанмамедова Г., Атаханов Г., Юсупов Г. Комплексный анализ дикорастущих плодовых растений Юго-Западного Копетдага // Пробл. осв. пустынь. 2022. № 1-2.

G. GURBANMÄMMEDOWA, G. ATAHANOW, A. NURBERDIÝEWA

TÜRKMENISTANDA ÝABANY ÖSÝÄN MIWELI ÖSÜMLIKLERIŇ EKOLOGIK-BIOLOGIK HÄSIÝETNAMASY

Meýdan barlaglarynyň maglumatlarynyň esasynda we degişli edebiýatlaryň seljerilmegi netijesinde Türkmenistanda ýabany ösýän miweli ösümlikleriň esasy görnüşleriniň ekologik-biologik häsiýetnamasy berilýär.

Klimatyň üýtgeýän şertlerinde durnukly tokaý zolaklarynyň döredilmeginiň üstünlikli bolmagy, gönüden-göni görnüşleriň biologik aýratynlyklaryny çuňňur düşünmeklige baglydyr. Bu bilimler agrotokaymeliorasiýa çärelerini geçirmek we taslamalaşdyrmak pursadynda açaçlaryň görnüşlerini ylmy esasyda saýlap almak üçin möhüm ähmiýete eýedir.

G. KURBANMAMEDOVA, G. ATAKHANOV, A. NURBERDIEVA

ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WILD FRUIT SPECIES OF TURKMENISTAN

Based on the analysis of field data and a review of relevant literature, the ecological and biological characteristics of key wild fruit plant species in Turkmenistan are presented.

In the context of observed climate change, the success of establishing resilient forest plantations directly depends on a profound understanding of the biological characteristics of the species. This knowledge is critical for the science-based selection of species assortments during the planning and implementation of agroforestry reclamation measures.

МИРМЕКОФИЛЬНЫЕ ВИДЫ СКУТАКАРИДНЫХ КЛЕЩЕЙ ТУРКМЕНИСТАНА

Приводятся сведения о мирмекофильных видах скутакаридных клещей Туркменистана. Всего зарегистрировано 17 таксонов этих членистоногих, живущих в ассоциации с муравьями, из них 13 – новые для науки.

Проанализирована динамика численности *Imparipes mongolicus* и *Scutacarus serotinus* в гнездах муравьёв *Pheidole pallidula* и *Messor excursions*, где весной появляются очаги её роста.

Показан механизм расселения (форрезия) этих клещей из очагов размножения в почву.

Скутакаридные клещи (*Scutacaridae*, *Pugmephoroidea*, *Heterostigmatina*, *Acari*) – представители фауны членистоногих, живущие в почве. На сегодняшний день известно более 800 их таксонов [39] и достаточно хорошо изучено видовое разнообразие клещей-скутакарид, обитающих в странах Центральной Азии [5,6,12,14–17,21,22,25–29,31–34,36,37], тогда как в Туркменистане проведены лишь единичные исследования этих представителей паукообразных [7,8,23].

Скутакариды – очень мелкие членистоногие (200–250 мкм), характеризуются половым диморфизмом и укороченным циклом генерации [38], не паразитируют на насекомых, обитая в муравейниках, и распространяются в почве зоохорным способом: посредством форезии (присосавшись к брюшку муравья) [3,4]. До сих пор не всё известно о биоразнообразии и экологии скутакаридных клещей, поэтому необходимо более тщательное их изучение.

В связи с этим мы провели полевые исследования этих представителей фауны Туркменистана (1993–1996 и 2022–2023 гг.). Сбор образцов осуществляли с муравьиных троп и в муравейниках по принятой в акарологии методике: отбирали по 100 особей хозяина, которые для фиксации помещали отдельно во флаконы с 70 %-ным этиловым спиртом. Чтобы определить, какие виды клещей приурочены к муравейнику и распространяются их

хозяевами только в нём, а какие покидают его, пробы брали одновременно на поверхности и на различной глубине жилища насекомых. Всего было собрано 750 проб с муравьями. Для сбора клещей, обитающих в муравейниках, сверху была раскрыта большая часть гнезда и вручную скальпелем взяты пробы с запасов пищи и отходов жизнедеятельности хозяев. Всего собрано 470 проб, которые были помещены в полиэтиленовые пакеты и алюминиевые боксы для последующего анализа, проводившегося сотрудниками кафедры биологии Туркменского государственного педагогического института им. С. Сейди.

Выгонку клещей проводили в термоэлектрорах (24–36 ч) в чашки Петри с водой и под электролампой мощностью 40 Вт. Затем образцы под стереомикроскопом МБС-9 переносили для фиксации во флаконы с 70 %-ным этиловым спиртом. Для получения микропрепаратов использовали 10–15 %-ный раствор щелочи (KOH), в который помещали клещей, чтобы просветлить их. Затем образцы переносили на предметные стёкла в жидкость Фора – Берлезе под стереомикроскоп и покрывное стекло. Микропрепараты просушивали в термостате (при 50 °C) в горизонтальном положении. Всего для микроскопического исследования было приготовлено 2470 микропрепаратов. Дальнейшие морфологические исследова-



ния клещей, перемещённых в постоянный микропрепарат, проводили под цифровым биологическим микроскопом XSP-200D.

Индекс видового сходства Сёренсена вычисляли по формуле

$$K = 2C/a+b,$$

где a и b – количество видов в каждом из сравниваемых биоценозов; C – число общих для них [3].

Видовую принадлежность муравьёв определяли по таблицам, предложенным в работе [2].

Мирмекофилия скутакаридных клещей.

В полевых условиях на муравьях 19 видов мы обнаружили 17 таксонов клещей-скутакарид. По степени связи с муравьями они относятся к мирмекофилам.

В результате исследований биоразнообразия и распределения скутакаридных клещей по биотопам, проведённых в различных регионах Туркменистана, 13 видов были описаны как новые для науки (табл. 1). Некоторые из них – *Imparipes placidus*, *I. ignotus*, *I. kataglyphi*, *I. kugitangensis*, *Scutacarus serotinus*, *S. subquadratus*, обнаружены и иранскими учёными [16,26,27,31–37], а обитание *Imparipes placidus*, *I. mongolicus*, *I. tataricus*, *Scutacarus shivicki* зафиксировано и в других странах Центральной Азии, а также в Европе [4,20].

Установлено, что в пустыне и оазисах встречаются по 10 видов, а в горах – 17, что доказывает высокую приуроченность клещей-скутакарид к обитанию в горном биотопе.

Исходя из полученных нами данных (см. табл. 1) был вычислен индекс видового сходства Сёренсена по биотопам: для гор и пустыни, гор и оазисов он равен 0,68; для пустыни и оазисов – 0,88.

Более тщательные исследования обилия скутакаридных клещей в горном биотопе на теле муравьёв, в муравейниках и почве показали, что численность их различается по видам (табл. 2).

На гнёздах муравьёв-копрофагов из родов *Messor*, *Pheidole*, *Tetramorium*, *Monomorium* обитают 12 видов клещей, в гнёздах некрофагов *Crematogaster* и *Tapinoma* – 3, а зоофагов *Cataglyphis*, *Camponatus*, *Acantholepis* – 4.

Благоприятный микроклимат в муравейниках способствует росту и развитию клещей-скутакарид и других членистоногих, но в полевых условиях на почве они размножаются, по-видимому, только партеногенетически. Это доказывает отсутствие самцов и личинок во взятых нами образцах почвы. Отмечено, что клещи интенсивно размножаются ранней весной, когда температура в муравейниках 15–18 °С. Так, в апреле их средняя численность в гнёздах *Pheidole pallidula* составляла до 350 особей, а общее количество *Imparipes mongolicus* – до 50. В конце апреля среднее число клещей-скутакарид в гнёздах *Messor excursions* достигло 500, а *Scutacarus serotinus* в начале апреля – 45 (рисунк). Летом с повышением температуры их активность в муравейниках снижается, а в начале сентября увеличивается, причём они проявляют её до 10–15 декабря.

Таблица 1

Распределение мирмекофильных скутакаридных клещей Туркменистана по биотопам

Вид	Биотоп			Страна обитания
	горы	пустыня	оазис	
1	2	3	4	5
<i>Imparipes pennatus</i> (Karafiat, 1959)	Западный Копетдаг (с. Ходжакала, Акяйла)	–	Амударьинский	Туркменистан, Франция, Германия, Венгрия
<i>I. parthianensis</i> (Sevastianov et Khydyrov, 1992)	–«– (ущ. Айдере)	Восточные Каракумы, Восточный Кызылкум	–«–	Туркменистан
<i>I. turkmeniensis</i> (Sevastianov et Khydyrov, 1992)	–«– (ур. Шевланбаба)	Восточные и Северные Каракумы	–«–	–«–

1	2	3	4	5
<i>I. mongolicus</i> (Mahunka, 1967)	Западный Копетдаг (Айidere) Койтендаг (уш. Ходжакараул)	Восточные и Южные Каракумы	Мургабский	Туркменистан Монголия Украина
<i>I. placidus</i> (Khaustov et Khydyrov, 2004)	Западный Копетдаг (Айidere), с. Дузлыдепе, пещера Ковата) Койтендаг (уш. Умбардере)	—«—	—«—	Туркменистан Иран
<i>I. ignotus</i> (Khaustov et Khydyrov, 2004)	Западный Копетдаг (Айidere)	Восточные Каракумы, Восточный Кызылкум	Амударьинский	—«—
<i>I. kataglyphi</i> (Khaustov et Khydyrov, 2004)	Койтендаг (Дарайдере, Умбардере), Западный Копетдаг (Айidere)	Восточные Каракумы	—«—	—«—
<i>I. kugitangensis</i> (Khaustov et Khydyrov, 2004)	Койтендаг (с. Ходжапиль) Западный Копетдаг (Айidere, Дузлыдепе)	—«—	—«—	—«—
<i>Imparipes tataricus</i> (Sevastianov, 1964)	Койтендаг (Дарайдере) Западный Копетдаг (Айidere, Дузлыдепе, Ковата)	—«—	—«—	Туркменистан, Россия, Иран, Монголия, Австрия, Венгрия
<i>Scutacarus serotinus</i> (Sevastianov et Khydyrov, 1992)	Западный Копетдаг (Айidere) Койтендаг (с. Койтен)	Восточные и Северные Каракумы	Амударьинский и Мургабский	Туркменистан Иран
<i>S. argillaceus</i> (Sevastianov et Khydyrov, 1992)	Западный Копетдаг (Айidere, Йолдере, Геркез), Койтендаг (Ходжакараул, Умбардере)	—«—	—«—	Туркменистан
<i>S. shivicki</i> (Lazauskene et Sevastianov, 1974)	Западный Копетдаг (Айidere, Ходжакала, Геркез)	Восточный Кызылкум	Амударьинский	Туркменистан, Россия, Казахстан, Иран, Литва, Венгрия
<i>S. subquadratus</i> (Khaustov et Khydyrov, 2004)	—«— (Айidere, Йолдере)	—«—	—«—	Туркменистан Иран
<i>Scutacarus sabinaesimilis</i> (Khaustov et Khydyrov, 2004)	Койтендаг (Умбардере, Ходжапиль)	—«—	—«—	Туркменистан
<i>S. rotundulus</i> (Khaustov et Khydyrov, 2004)	—«— (Дарайдере)	—«—	—«—	—«—
<i>Scutacarus berdyevi</i> (Khydyrov, 2007)	Западный Копетдаг (Айidere, Ходжакала), Койтендаг (Ходжакараул)	Восточные Каракумы	—«—	—«—
<i>S. pilosiusculus</i> (Sevastianov et Khydyrov, 1992)	—«— (Айidere, Геркез)	Восточные и Северные Каракумы	Амударьинский и Мургабский	—«—

Обилие мирмекофильных скутакаридных клещей в горном биотопе

Вид		Обилие		
клещ	муравей	гнездо	тело муравья	почва
1	2	3	4	5
<i>Imparipes pennatus</i>	<i>Crematogaster subdentata</i> (Mayr, 1877)	+	–	–
	<i>Tapinoma karavaievi</i> (Emery, 1925)	+	–	–
<i>I. parthianensis</i>	<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander, 1849)	+++	++	++
	<i>Messor excursions</i> (Ruszky, 1905)	+++	++	++
	<i>M. variabilis</i> (Kuznetsov–Ugamsky, 1927)	+	+	+
	<i>Monomorium barbatulum</i> (Mayr, 1877)	+	–	+
	<i>M. kusnezovi</i> (Santschi, 1928)	+	–	+
	<i>M. vicinus</i> (Kuznetsov–Ugamsky, 1927)	+	–	+
<i>I. turkmeniensis</i>	<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander, 1849)	+++	++	+++
	<i>Messor excursions</i> (Ruszky, 1905)	+++	+	+++
	<i>M. variabilis</i> (Kuznetsov–Ugamsky, 1927)	++	+	++
	<i>Monomorium barbatulum</i> (Mayr, 1877)	+	–	+
	<i>M. kusnezovi</i> (Santschi, 1928)	+	–	+
<i>I. mongolicus</i>	<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander, 1848)	+++	+++	+++
	<i>Tetramorium schneideri</i> (Emery, 1898)	+	+	+
<i>I. placidus</i>	<i>Messor excursions</i> (Ruszky, 1905)	+++	++	++
	<i>M. excursions</i> (Ruszky, 1905)	+	+	+
<i>I. ignotus</i>	<i>Camponatus setipes</i> (Forel, 1904)	+	+	+
	<i>Tetramorium schneideri</i> (Emery, 1898)	+	+	+
	<i>Cataglyphis emery</i> (Karawajev, 1909)	+	+	+
<i>I. kataglyphi</i>	<i>C. aenescens</i> (Nylander, 1849)	+	+	+
	<i>Camponatus fedtschenkoi</i> (Mayr, 1877)	+	+	+
	<i>C. setipes</i> (Forel, 1904)	+	+	+
	<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander, 1848)	+++	++	++
<i>I. kugitangensis</i>	<i>Messor excursions</i> (Ruszky, 1905)	+++	++	++
	<i>M. variabilis</i> (Kuznetsov–Ugamsky, 1927)	+++	+	++
	<i>Monomorium barbatulum</i> (Mayr, 1877)	+++	+	++
	<i>Tetramorium schneideri</i> (Emery, 1898)	+++	+	++
	<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander, 1848)	+	–	++
<i>I. tataricus</i>	<i>Messor excursions</i> (Ruszky, 1905)	+	–	++
	<i>M. excursions</i> (Ruszky, 1905)	+++	+	+++
<i>Scutacarus serotinus</i>	<i>Crematogaster subdentata</i> (Mayr, 1877)	++	+	+++
	<i>Tapinoma karavaievi</i> (Emery, 1925)	+++	+	+++
<i>S. argillaceus</i>	<i>Camponatus setipes</i> (Forel, 1904)	+	+	+
	<i>Cataglyphis cinnamomea</i> (Karavaiev, 1910)	+	+	+
<i>S. shivicki</i>	<i>Messor excursions</i> (Ruszky, 1905)	+	+	+
	<i>M. variabilis</i> (Kuznetsov–Ugamsky, 1927)	+	+	+
	<i>Cataglyphis aenescens</i> (Nylander, 1849)	+	+	+
	<i>Monomorium barbatulum</i> (Mayr, 1877)	+	+	+
	<i>Tetramorium schneideri</i> (Emery, 1898)	++	++	+

1	2	3	4	5
<i>S. sabinaesimilis</i>	<i>Tapinoma simrothy</i> (Emery, 1925)	++	+	+
<i>S. rotundulus</i>	<i>Cataglyphis pallida</i> (Mayr, 1877)	+	+	+
	<i>Camponatus fedtschenkoi</i> (Mayr, 1877)	++	+	+
	<i>Acantholepis semenovi</i> (Ruzsky, 1905)	+	+	+
<i>S. berdyevi</i>	<i>Cataglyphis aenescens</i> (Nylander, 1849)	+	+++	++
	<i>Camponatus fedtschenkoi</i> (Mayr, 1877)	+	++	++
	<i>C. turkestanicus</i> (Emery, 1887)	+	++	++
<i>S. pilosiusculus</i>	<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander, 1848)	++	++	++
	<i>Messor excursions</i> (Ruzsky, 1905)	+	+	++
	<i>M. aralocaspius</i> (Ruzsky, 1902)	++	+	++
	<i>Tetramorium inerme</i> (Mayr, 1877)	+	–	++
	<i>T. schneideri</i> (Emery, 1898)	+++	–	++

Примечание. +++ – многочисленный вид; ++ – обычный; + – редкий; – – не обнаружен.

Во II декаде февраля (в оттепель) они также активизируются, то есть температурный фактор в аридных условиях обитания имеет первостепенное значение.

Форрезия скутакаридных клещей.

Нами была исследована видовая приуроченность клещей к определённому таксону муравья-хозяина [4,10].

Родовая специфичность в приуроченности к тому или иному таксону также указывает на то, что связь между скутакаридами и их хозяевами иногда развивается внутри семейства, а, скорее всего, и внутри рода. Форрезия *Scutacarus sabinaesimilis* связана с муравьями рода *Tapinoma* [9,20]. Также нами обнаружена родовая специфика в расселении клещей *S. serotinus* и *Imparipes mongolicus*: первые приурочены к муравьям *Messor*, вторые – к представителям *Pheidole*. У остальных видов эта связь не прослеживается.

По-видимому, при ориентации клещей внутри гнезда важную роль играют трихоботридриальные сенсиллы, расположенные у скутакарида в вентральной стороне между ногами I–II. Эти органы детально описаны на примере видов *Archidispus szaboi*, *A. carabidophilus* и *Scutacarus pilosiusculus*, форрезирующих на жуках и муравьях [7,20,30].

Лабораторными наблюдениями установлен особый механизм прикрепления клещей-скутакарида к брюшкам муравьёв [24]. По нашим наблюдениям, когда муравей замедляет движение, клещи из субстрата ак-

тивизируются, направляются к его брюшку и, сгибая щитовидное тело со сферическими краями, сильно присасываются к его гладким участкам, где нет щетинок (7–15 особей на одного хозяина). Ранней весной и осенью, когда созданы благоприятные условия для расселения на открытой почве, они покидают тело хозяина.

Форрезия происходит по схеме «гнездо – открытая почва». Многие виды скутакарида проникают в почву, обитая преимущественно на разлагающихся растительных остатках и часто в навозе. В почвенных слоях происходит их партеногенетическое размножение.

Типы питания. Скутакаридные клещи питаются мицелием почвенных грибов [18] и лишь виды рода *Imparipes* – спорами, все остальные высасывают содержимое гифы гриба [11]. В то время как одни клещи являются универсальными в отношении потребления мицелия грибов определённого вида, другие довольно избирательны, предпочитая только определённые, либо один [13]. По типу питания мы выделили 2 группы мицетофагов: облигатные (мицелий и споры грибов *Imparipes tataricus*, *I. kugitangensis*, *I. ignotus*, *I. placidus*, *I. mongolicus*, *I. turkmeniensis*, *I. parthianensis*, *Scutacarus pilosiusculus*, *S. subquadratus*, *S. serotinus*) и факультативные (мицелий грибов и детритфаги *Imparipes kataglyphi*, *I. pennatus*, *Scutacarus berdyevi*, *S. rotundulus*, *S. sabinaesimilis*, *S. shivicki* и *S. argillaceus*).

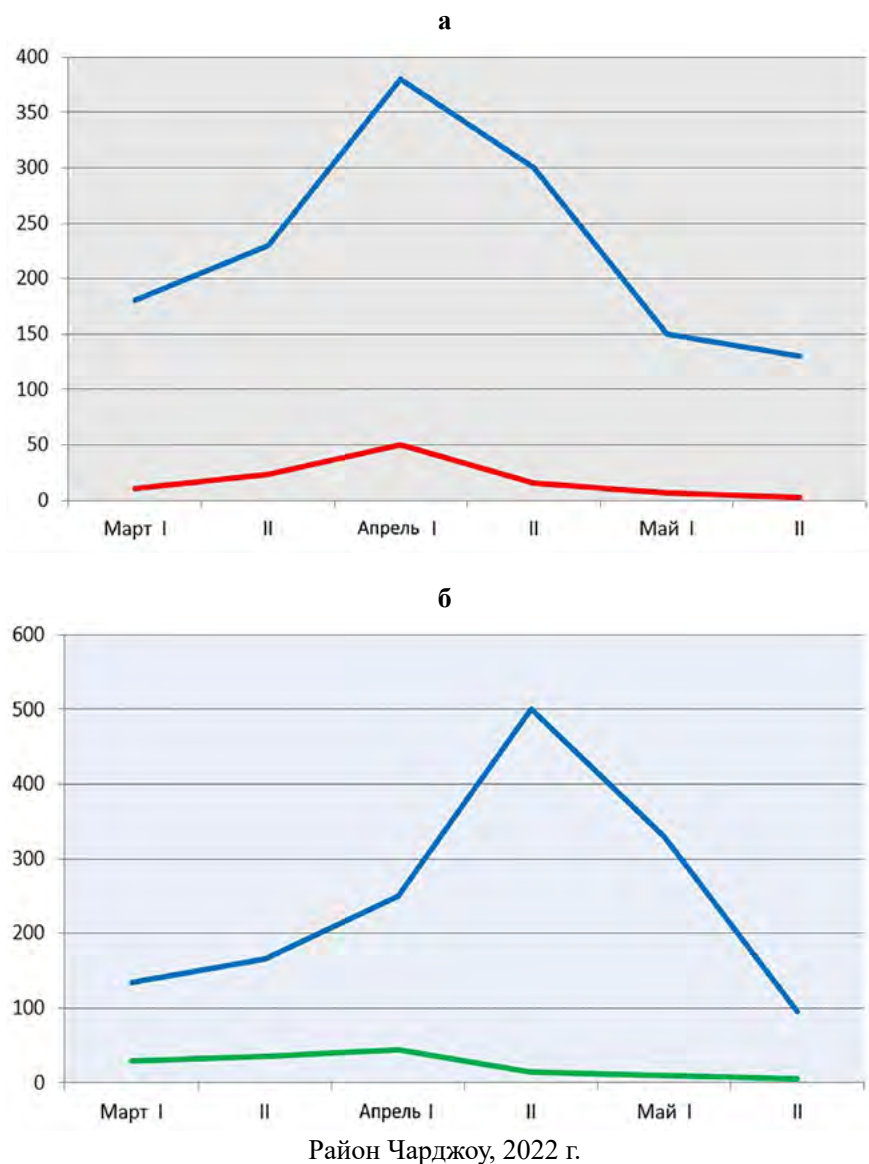


Рис. Динамика численности *Imparipes mongolicus* в гнезде *Pheidole pallidula* (а) и *Scutacarus serotinus* в гнезде *Messor excursions* (б):
--- общее число; --- *Imparipes mongolicus*; --- *Scutacarus serotinus*

В гнезде муравьёв-копрофагов, зоофагов и некрофагов всегда есть большое количество пищи – преимущественно семена разных злаков и пустынных эфемеров. Зоонекрофаги накапливают в запасных камерах гнёзд остатки насекомых. При этом в гнёздах формируются специфичные сообщества микроорганизмов, состоящие из групп, питающихся органическими остатками целлюлозидных и хитиноидных комплексов [1,2,19]. На «стенках» муравейника образуется белый покров из мицелия грибов, который активно растёт ранней весной и осенью, создавая благоприятные условия для образования очагов и роста численности клещей. Таким образом, мицелиальные грибы являются важнейшим

компонентом создания благоприятных условий для жизни и развития муравьёв-копрофагов и, соответственно, присосавшихся к ним клещей.

Биоразнообразие скутакаридных клещей, обитающих на аридных территориях, характеризуется высокой степенью видовой специфичности, что подтверждается открытием множества новых для науки видов. Мирмекофилия как один из главных путей приспособления клещей к обитанию на аридных территориях сыграла важную роль в их эволюции.

Дата поступления
3 ноября 2025 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белова Э.В., Манучарова Н.А., Степанов А.Л., Полянская Л.М. Разложение хитина микробами в разных почвах // Почвоведение. 2006. Т. 9. № 19.
2. Длусский Г.М., Союнов О.С., Забелин С.И. Муравьи Туркменистана. Ашхабад: Ылым, 1990.
3. Одум Ю. Экология. М.: Мир, 1986. Т. 2.
4. Севастьянов В.Д. Биоценоотические отношения клещей с насекомыми в почве // Почвенная фауна и почвенное плодородие. М.: Наука, 1987.
5. Севастьянов В.Д. Когорта *Tarsonemina* // Определитель обитающих в почве клещей *Trombidiformes* / Под ред. М.С. Гилярова. М.: Наука, 1978.
6. Севастьянов В.Д., Захида Ал Даур. Новые виды клещей когорты *Tarsonemina* (*Trombidiformes*) с посевов пшеницы // Зоол. журн. 1988. Т.67. Вып. 7.
7. Севастьянов В.Д., Хыдыров П.П. Новые виды клещей семейства *Scutacaridae* (*Trombidiformes*) из Туркменистана // Вестник зоол. 1992. № 1.
8. Хыдыров П.П. Новые виды клещей когорты *Tarsonemina* (*Trombidiformes*, *Acarina*) фауны Туркменистана // Зоол. журн. 2007. Т. 86. № 8.
9. Baumann J. Tiny mites on a great journey – a Review on Scutacarid mites as phoronts and inquilines (*Heterostigmata*, *Pygmephoroida*, *Scutacaridae*) // *Acarologia*. 2018. Vol. 58 (1).
10. Baumann J. An update on the knowledge about scutacarid mites as phoronts and inquilines // *Acarologia*. 2024. Vol. 64. Is.1.
11. Ebermann E. *Imparipes* (*Sporichneutes nov. subgen.*), a remarkable new taxon in the family *Scutacaridae* (*Acari*, *Heterostigmata*) // Ebermann E. (Ed.). *Arthropod Biology: Contributions to Morphology, Ecology and Systematics. Biosystematics and Ecology Series, Österreichische Akademie der Wissenschaften. Vienna, 1998. Vol.14.*
12. Ebermann E., Hajiqanbar H., Haddan-Irani-Nejad K. New records of phoretic and soil-living mites from Iran (*Acari*, *Heterostigmata*, *Scutacaridae*) // *Rev. Suisse Zool.* 2003. Vol. 110 (2).
13. Ebermann E., Hall M., Hausl-Hofstätter U. et al. A new phoretic mite species with remarks to the phenomenon «Sporotheca» (*Acari*, *Scutacaridae*, *Hymenoptera*, *Aculeata*) // *Zool. Anz.* 2013. Vol. 252 (2).
14. Ebermann E., Krisper G. Milben als Mitbewohner in Ameisennestern // Wagner H.C. (Ed.). *Die Ameisen Kärntens. Verbreitung, Biologie, Ökologie und Gefährdung. Klagenfurt: Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, 2014.*
15. Gao Jian-Rong, Zou Ping. Dolichocyboidea, Pygmephoroida, Scutacaroida and Trochometridioida of China: a review of progress, with a checklist // *Zoosymposia*. 2010. Vol. 4.
16. Hajiqanbar H. Some Scutacarid mites (*Acari: Scutacaridae*) associated with Ants (Hym.: *Formicoidea*) and their nests from Iran // 9th European Congress of Entomology. Budapest, 2010.
17. Hajiqanbar H., Khaustov A. First record of the genus *Archidispus* (*Acari*, *Scutacaridae*) from Iran with description of a new species // *Pers. J. Acarol.* 2014. Vol. 3 (1).
18. Jagersbacher-Baumann J., Ebermann E. (2013) Methods for rearing scutacarid mites (*Acari*, *Heterostigmata*) and the influence of laboratory cultures on morphometric variables // *Exp. Appl. Acarol.* 2013. Vol. 59(4).
19. Jouquet P., Dauber J., Lagerlof J. et al. Soil invertebrates as ecosystem engineers: intended and accidental effects on soil and feedback loops // *Applied Soil Ecology*. 2006. Vol. 32 (2).
20. Khaustov A.A. Mites of the family *Scutacaridae* of Eastern Palaearctic. Kyev: Akadempriodyka, 2008.
21. Khaustov A.A. Mites of the family *Scutacaridae* (*Acari: Pygmephoroida*) associated with *Formica fusca* L. (*Hymenoptera: Formicidae*) from Western Siberia, Russia // *Acarologia*. 2015. Vol. 55(4).
22. Khaustov A.A. Two new species of pygmephoroid mites (*Acari*, *Pygmephoroida: Neopygmephoridae, Scutacaridae*) associated with *Lasius flavus* (*Hymenoptera: Formicidae*) from Far East of Russia // *J. Acarol.* 2017. Vol. 43 (3).
23. Khaustov A.A., Khydyrov P.R. New species of Mites of the family *Scutacaridae* (*Acari: Heterostigmata*), associated with Ants (*Hymenoptera, Formicidae*) from Turkmenistan // *Acarina*. 2004. №12 (2).
24. Khaustov A.A., Tolstikov A.V. The diversity, mite communities and host specificity of pygmephoroid mites (*Acari: Pygmephoroida*) associated with ants in Western Siberia, Russia // *Acarina*. № 24(2). 2016.
25. Kurosa K. *Carabacaridae, Pygmephoridae, Scutacaridae* // Ehara S. (Ed.): *Illustrations of the mites and ticks of Japan*. Tokyo: Zenkoku Nôson Kyôiku Kyôkai Inc, 1980.
26. Lohmani A., Hajiqanbar H., Talebi A.A. New records of mites of the superfamily *Pygmephoroida* (*Acari: Heterostigmata*) associated with insects from Northeastern Iran and new host records // *Syst. Appl. Acarol.* 2014. Vol. 19 (2).
27. Lotfollahy P., Irani-Nejad K.H., Bagheri M. et al. (2009) Pygmephoroid soil mite fauna of alfalfa fields and their distribution in Northwest of East Azarbaijan province, Iran // *Agricul. Sci.* 2009. №19.
28. Mahunka S. Ergebnisse der zoologischen Forschungen von Dr. Z. Kaszab in der Mongolei; 30. *Acari: Pyemotidae* and *Scutacaridae* // *Ann. Hist.-Nat. Mus. Nat. Hung.* 1965. Vol.57.
29. Mahunka S. Ergebnisse der Zoologischen forschungen von Dr. Z. Kaszab in der Mongolei (*Acari: Pyemotidae* and *Scutacaridae*) // *Reichenbachia*, 1967. Band. 9 (1).
30. Mahunka S. Neue und interessante Milben aus dem genfer Museum XIX. Einige angabenzur kennniss der Milbenfauna der Ameisen-nester (*Acari: Acarida, Tarsonemida*) // *Arch. Sc. Geneve*. 1977. Vol.30. №1.
31. Mohamedi S., Hajiqanbar H., Mortazavi A. Heterostigmatic mites (*Acari, Heterostigmata*) associated with insects in Northwestern Iran // *Biology*. 2017. № 8.
32. Navabi A., Hajiqanbar H., Mortazavi A. *Scutacaridae* associated with *Coleoptera* and *Hymenoptera* (Arthropoda: Insecta) from Iran // *Zootaxa*. 2018. № 4531 (4).
33. Rahiminejad, V., Nadimi, A. & Seyedein, S. Contribution to the knowledge of the genus *Imparipes* Berlese (*Acari. Heterostigmata: Scutacaridae*) associated with ants in Iran // *Zootaxa*. 2022. 5133(4).



34. Rahiminejad V., Nadimi A., Afshari A. A catalog of heterostigmatic mites (*Acari: Trombidiformes*) of Iran // *Persian J. Acarol.*, 2023. Vol.12.

35. Sobhi M., Hajiqanbar H., Mortazavi A. First record of the rare genus *Lophodispus* (*Acari, Heterostigmata: Scutacaridae*) from Iran with description of a new species associated with ants (*Hymenoptera, Formicidae*) // *Int. J. Acarol.* 2017. Vol. 43 (3).

36. Sobhi M., Hajiqanbar H., Mortazavi B.A. A contribution to the knowledge of scutacarid mites (*Acari, Pygmephororidae Scutacaridae*) associated with *Coleoptera* and *Hymenoptera (Arthropoda, Insecta)* from Northwestern Iran // *Acarologia.* 2017. Vol. 57 (4).

37. Tajodin M. *Heterostigmatic Mites (Acari, Heterostigmata)* associated with insects in west of Isfahan Province Iran. Tehran: Tarbiat, 2013.

38. Walter D.E., Proctor H.C. *Mites: Ecology, evolution, and behavior* // Wallingford, Oxon, UK: CAB International. 1999.

39. Zhang Z.-Q., Pesic V., Smit H. et all. Order Trombidiformes Reuter, 1909. In: Zhang Z.-Q. (Ed.). *Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness* // *Zootaxa.* 2011. № 3148.

P. HYDYROW

TÜRKMENISTANYŇ SKUTAKARID SAKYRTGALARYNYŇ MIRMEKOFIL GÖRNÜŞLERI

Makalada Türkmenistandan tapylan skutakarid sakyrtgalaryň mirmekofil görnüşleri barada maglumatlar getirilýär. Garynjalar bilen bilelikde ýaşayan bu bognaýaklylaryň jemi 17 görnüşi ýüze çykarylyp, olaryň 13-si ylym üçin täzedir.

Sakyrtgalaryň *Imparipes mongolicus* we *Scutacarus serotinus* görnüşleriniň *Pheidole pallidula* we *Messor excursions* atly garynjalaryň hinlerindäki sanynyň dinamikasy seljerildi. Ýaz aýlarynda garynjalaryň hinleriniň sakyrtgalaryň sanynyň artýan ojaklary bolup durýandygy anyklanyldy.

Skutakarid sakyrtgalarynyň köpeliş ojaklaryndan açyk meýdanlaryň topragyna göçüşiniň (forreziyasynyň) mehanizmi görkezildi.

P. KHYDYROV

MYRMECOPHILIC SPECIES OF SCUTACARID MITES IN TURKMENISTAN

Information is presented on myrmecophilous scutacarid mites of Turkmenistan. A total of 17 species of these arthropods, living in association with ants, are registered, 13 of which are new to science.

The population dynamics of *Imparipes mongolicus* and *Scutacarus serotinus* are analyzed in the nests of the ants *Pheidole pallidula* and *Messor excursions*, where foci of their growth appear in the spring.

The dispersal mechanism (phoresy) of these mites from breeding grounds into the soil is shown.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРРИТОРИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ШКОЛЫ В Г. АШХАБАДЕ

Приводятся данные о грунтовых и сейсмических условиях площадки строительства школы на 700 мест в г. Ашхабаде.

Грунтовые условия этой территории определены как сложные для строительства, поэтому показана необходимость инженерной подготовки основания фундаментов всех зданий и сооружений школы.

В настоящее время в г. Ашхабаде реализуются уникальные строительные проекты, которые формируют новый образ туркменской столицы. Город находится в зоне сейсмической активности, поэтому задача туркменских учёных и строителей – обеспечить сейсмическую устойчивость всех возводимых зданий и сооружений [1,6].

Участок строительства школы на 700 мест расположен в центральной части города, к юго-востоку от перекрёстка проспектов А. Ниязова и С. Туркменбаши. Поскольку ранее эта территория была застроена, рельеф её носит антропогенный характер в виде участков с бетонным и асфальтовым покрытием, а также с рядом зелёных газонов.

Инженерно-геологические работы проводились здесь в ноябре 2022 г. сотрудниками НИИ сейсмостойкого строительства МСиАТ. Всего было пробурено 20 скважин глубиной 15–40 м. Геофизические исследования до глубины 30–50 м выполняли геофизики Института сейсмологии и физики атмосферы Академии наук Туркменистана.

На площадке строительства в соответствии с техническим заданием заказчика и с учётом технических характеристик, а также сложности инженерно-геологических условий этой территории были проведены инженер-

но-геологические и геофизические изыскания. В частности, изучались геоморфологические особенности, геологическое строение толщ будущих оснований зданий, гидрогеологические условия, сейсмотектоническая обстановка, состав, состояние и свойства грунтов, подразделяемых на инженерно-геологические элементы (ИГЭ). По результатам этой работы была дана общая оценка инженерно-геологических условий и сейсмической опасности площадки строительства.

По техническому заданию заказчика в местах, согласованных с ним, были пробурены разведочные скважины глубиной 15–40 м, причём независимо от технических характеристик зданий и сооружений. Разбивка точек бурения была выполнена силами заказчика инструментально с расположением разведочных скважин в пределах контуров зданий и сооружений основного и вспомогательного назначения. Высотная привязка устьев выработок произведена по плану территории застройки. Бурение выполнено механическим колонково-шнековым способом станком УГБ-50М диаметром 127–219 мм. Отбор монолитов из разведочных скважин осуществлялся обуривающим грунтоносом. Физические характеристики крупнообломочных грунтов определялись в



инженерно-геологической лаборатории по образцам грунта естественной влажности методом взвешивания с известным его объёмом (плотность, влажность) и дальнейшим расчётом физических характеристик по формулам. Испытания на срез (сдвиг) проведены по заполнителю гравийно-галечниковых грунтов с целью получения характеристик прочности путём расчёта по эмпирическим формулам при полном водонасыщении и без предварительного уплотнения образцов.

Оценка скоростного разреза грунтовой толщи для определения приращения сейсмической интенсивности при землетрясении проведена тромографом «Троміно» («Micromed» SPA (Италия)), регистрирующим фон сейсмических шумов в диапазоне частот 0,1–250 Гц.

В лаборатории НИИ сейсмостойкого строительства исследовался фракционный (гранулометрический) состав грунтов для уточнения номенклатурных их видов, химический состав засоления по водным вытяжкам. Испытаны образцы грунта природной структуры, оценены плотность их сложения, степень водонасыщения, показатели сжимаемости, прочности и просадочности. Лабораторные данные химического состава грунта и грунтовых вод позволили оценить агрессивность среды площадки строительства к бетону и железобетону.

Лабораторные исследования и испытания проведены в соответствии с действующими стандартами Туркменистана. При камеральной обработке материалы полевых и лабораторных исследований систематизировались. Затем оценивалась изменчивость физико-механических свойств грунтов, выделялись ИГЭ и устанавливались их границы, вычислялись и назначались нормативные и расчётные значения характеристик грунтов, определялись агрессивность их и грунтовых вод к бетонным и железобетонным конструкциям, степень коррозионной активности к металлам, уточнялась сейсмичность. Замеры удельного электрического сопротивления грунтов были выполнены прибором М-416 для определения коррозионной агрессивности их к стали.

Высотные отметки поверхности земли на строительной площадке были зафиксированы по устьям разведочных скважин на уровне 240,80–244,06 м с перепадом 3,26 м.

В геоморфологическом отношении территория строительства приурочена к центральной части Каранки-Яблоновского конуса выноса на предгорной пролювиальной равнине Центрального Копетдага. Генезис отложений, формирующих грунтовую толщу основания сооружений и зданий, пролювиальный.

Согласно карте климатического районирования территории Туркменистана, г. Ашхабад расположен в подрайоне «А» района IV. Зона влажности по Туркменистану характеризуется как сухая, наибольшее количество осадков выпадает в зимне-весенний период, иногда в начале лета и конце осени. В основном это так называемые «жидкие» осадки – морозящие и малоинтенсивные дожди, влага от которых быстро впитывается почвой на участках, свободных от строений, асфальтного и бетонного покрытия. В конце же апреля, мае и первой половине июня часто бывают дожди большой интенсивности с грозой, в результате чего с гор сходят мощные паводки и затопляются некоторые участки города.

Площадка строительства сложена пролювиальными отложениями современно-верхнечетвертичного возраста (рIII–IV). Толща основания планируемых к строительству зданий на глубину 10–25 м неоднородна. Литологически локально распространены супеси и суглинки, покрывающие гравийно-галечниковые грунты с супесчано-суглинистым заполнителем 10–50 %, в толще которых, в свою очередь, обнаруживаются суглинки и супеси гравелистые, а также прослой супесей тяжёлых, постилающих гравелистые глины. Супеси высокопористые, местами с включениями (5–10–25 %) гравия и гальки. Толща гравийно-галечниковых грунтов содержит 10–50 % супесчано-суглинистого заполнителя (размер гравия и галечника различный). На поверхности присутствуют техногенные образования в виде строительного мусора, перемещённого грунта с гравием и галькой, бетонная подушка, асфальт и т. п.

Гидрогеологические условия площадки строительства характеризуются наличием единого неоген-четвертичного водоносного комплекса, приуроченного к пролювиальным отложениям предгорной равнины Центрального Копетдага. Грунтовые воды вскрыты всеми пробуренными в период



изысканий (январь 2023 г.) скважинами (№№ 1–14, 18, 19, 20, 22–23) на глубине 14 м от поверхности земли в зависимости от гипсометрического положения. Уровень грунтовых вод через 1–2-е суток после бурения зафиксирован на глубине 12,80–13,70 м от поверхности земли, что соответствует абсолютной отметке 227,81–230,66 м; в скважинах глубиной до 10,0–12,0 м воды не вскрыты.

Грунтовые воды подпитываются за счёт инфильтрации поливных с объектов озеленения, подземного притока с окружающей территории в результате регулярной работы откачивающих воду скважин [6]. Уровень их, зафиксированный в процессе исследований, характеризуется как низкий в разрезе года, а максимум стояния отмечается в конце мая – начале июня (в этой части города он составляет 1,0–1,5 м). Вскрытые грунтовые воды характеризуются как слабосоленоватые (сухой остаток – 1,4360–1,9920 г/л). По отношению к арматуре железобетонных конструкций они не агрессивны при постоянном погружении, но слабо- и среднеагрессивные при периодическом смачивании. Коррозионная агрессивность их по отношению к свинцовой и алюминиевой оболочке кабеля средняя (рН=7,1).

Таким образом, по результатам полевых и лабораторных работ с учётом возраста, происхождения и номенклатурного вида грунтов, их состояния и пространственной изменчивости показателей на участке строительства выделены 9 инженерно-геологических элементов.

Современные техногенные (tIV) отложения

ИГЭ-1 – техногенный грунт, состоящий из строительного мусора, асфальтобетонного покрытия, завозного гравийно-галечника, почвенно-растительного грунта; подлежит удалению.

Верхнечетвертично-современные пролювиальные отложения (pIII–IV)

ИГЭ-2 – супесь лёгкая и тяжёлая, от светло- до тёмно-коричневого цвета, от твёрдой до пластичной консистенции, с включением (5–20 %) гравия.

ИГЭ-3 – лёгкий суглинок, от светло- до тёмно-коричневого цвета, от твёрдой до полутвёрдой консистенции, с включением (5–20 %) гравия и местами его прослойкой до 20 см.

ИГЭ-4 – гравийный грунт с супесчано-суглинистым заполнителем (10–50 %), малой и средней влажности, с включением (15–20 %) крупной гальки и валунов (до 10 %).

ИГЭ-4,1 – гравийный грунт с супесчано-суглинистым заполнителем (25–45 %), насыщенный водой, с включением крупной гальки (5–20 %) и валунов (до 10 %).

ИГЭ-5 – галечниковый грунт с супесчано-суглинистым заполнителем (10–40 %), малой влажности, с включением (20–30 %) валунов.

ИГЭ-6 – супесь тяжёлая, пластичной консистенции, тёмно-коричневого цвета, с включением (15–25 %) гравия, местами с его прослойками 5–10 см.

ИГЭ-7 – супесь тяжёлая, гравелистая, с включением (25–45 %) гравия, пластичная, местами с прослойками (10–20 см) суглинка лёгкого.

ИГЭ-8 – суглинок лёгкий, гравелистый, с включением (30–50 %) гравия, туго пластичный, местами с прослойками (до 20 см) суглинка тяжёлого.

ИГЭ-9 – глина гравелистая, с включением (25–40 %) гравия, туго пластичная, с прослойками (2–10 см) гравия.

Вскрытые грунты ИГЭ-2,3 просадочные (под собственным весом): суммарная просадка при мощности толщи 1,0–2,9 м составляет менее 5 см (I тип), но возле скв. №№ 2,3,4 (под главным зданием школы) и скв. № 23 при мощности просадочного слоя 4,4–8,5 м прогнозируется более 5 см (II тип). Значит, по этому показателю площадка строительства относится к I и II типам грунтовых условий. Грунты ИГЭ 4–9 непросадочные.

При оценке агрессивности вскрытых грунтов к бетонам и железобетонам (D_{SAL}) установлено, что они в основном незасоленные (содержание сульфатов в пересчёте на SO_4^{2-} составляет 0,0490–0,1740 %, а хлоридов в пересчёте на Cl^- – 0,0095–0,0311 %).

По отношению к железобетонным конструкциям вскрытые грунты характеризуются как неагрессивные и слабоагрессивные для всех видов цемента независимо от марки бетона по водонепроницаемости. Степень агрессивности воздействия грунтов на конструкции из углеродистой стали средняя.

Коррозионная агрессивность грунтов по отношению к углеродистой и низко-



легированной стали в зависимости от их удельного электрического сопротивления ($\rho=401,92-464,72$ Ом·м) низкая, а к свинцовой и алюминиевой оболочке кабеля средняя; $\rho H=7,1$ по водной вытяжке.

Территория г. Ашхабада находится в сейсмоактивной зоне и характеризуется высокой сейсмичностью. Здесь находятся очаги сильных и катастрофических землетрясений прошлого: 2000 г. до н. э. – с. Актепе ($M=7,1$); 10 и 943 гг. н. э. – Ниса ($M=7,1$); 1929 г. – пос. Гермаб ($M=7,2$); 1948 г. – г. Ашхабад ($M=7,3$). Множество землетрясений, определяющих сейсмическую сотрясаемость этой зоны, произошло и на сопредельных территориях Северного Ирана. Все они сопровождались сильными разрушениями и жертвами. Слабые и ощутимые сейсмические события случаются гораздо чаще.

Анализ сейсмичности территории г. Ашхабада и оценка максимальных сотрясений для очагов землетрясений глубиной 5–15 км и максимально возможных магнитуд ($M_{\max} \geq 6$), типичных для этой зоны, показывают, что возможно их проявление на поверхности с интенсивностью 8–9 баллов и более в зависимости от инженерно-геологических, гидрогеологических, а также сейсмотектонических особенностей местности. Город приурочен к полосе тектонических нарушений в зоне дислокаций Передового Копетдагского разлома, где и в настоящее время имеют место интенсивные движения и деформационные процессы в земной коре, реализующиеся в течение длительного времени в форме сейсмических событий. Речь идет о приуроченности территории к зоне возможного возникновения очагов землетрясений с $M \geq 7,0$ [3].

Согласно Национальной карте общего сейсмического районирования Туркменистана (2017 г.), г. Ашхабад расположен в 9-балльной зоне. При инженерно-геологических изысканиях на площадке строительства вскрыты грунты II и III категорий по сейсмическим свойствам. На окружающей её территории работают скважины вертикального дренажа, и в случае их остановки УГВ может подняться, что непременно усилит эффект сотрясаемости [1,4].

Уязвимость зданий и сооружений к колебаниям грунта, возникающим при земле-

трясении, оценивают посредством анализа записей природных микросейсмических колебаний (микросейсм), по так называемому «белому шуму», и определения локальных сейсмических свойств грунтов на территории города на приборе для регистрации окружающего сейсмического шума (цифровой тромограф «Tromino») [5].

Раньше скоростной разрез грунтов по сдвиговой S-волне определяли посредством искусственно созданных источников возбуждения поперечных сейсмических волн. Сейчас же по записям прибора «Tromino», регистрирующего естественный фон помех, можно определить различные сейсмические параметры грунтов, то есть геологической среды.

В верхней части геологического разреза, называемой в сейсморазведке зоной малых скоростей, энергия ударной волны меняется, что позволяет определить интенсивность землетрясения на поверхности и рассчитать сейсмичность площадки проектируемого строительства объектов различного назначения [2].

Принцип действия «Tromino» заключается в следующем. В каждом пункте наблюдения сейсмические микроколебания грунта в диапазоне частот 0,1–250 Гц регистрируются высокочувствительными 3-компонентными сейсмографами. Затем они усиливаются, преобразовываются в цифровую форму и записываются в память прибора. После регистрации эти данные переносятся в память персонального компьютера, где установлена программа обработки материалов «Grilla». В каждом пункте сейсмические шумы регистрируются на протяжении 16 мин. При этом проводится оценка скоростного разреза по спектральному отношению горизонтальных и вертикальной компонент H/V сейсмического шума (HVSR-анализ). Определялось также среднее значение скорости распространения поперечной сейсмической волны в верхней части разреза от поверхности до глубины 30 м ($V_{s_{0-30\text{ м}}}$).

Оценка сейсмических свойств грунтов предполагает изучение локальных резонансных явлений в осадочных породах, называемых «сайт-эффектом», так как проявление резонанса может существенно повлиять на интенсивность колебательного процесса в диапазоне частот 0,3–15 Гц. «Сайт-эффект» при небольшом напряжении может быть



определён как спектральное отношение горизонтальной и вертикальной компонент H/V движения грунта [4]. Предполагается, что на величину вертикальной компоненты фонового сейсмического шума не влияют особенности поверхностных слоёв верхней части разреза, представленных рыхлыми неустойчивыми породами. Программа «Grilla» имеет спектрально-временную диаграмму (Time-history), которая окружающий сейсмический «белый» шум выделяет и удаляет возможные помехи, влияющие на качество HVSR-анализа. Этот анализ микроколебаний грунтов позволяет определить резонансную частоту сдвиговой S -волны в приповерхностном слое осадочного отложения. Она вычисляется по формуле:

$$f_0 = V_s / 4h,$$

где f_0 – резонансная частота; h – мощность слоя; V_s – средняя скорость S -волны в нём.

Записи сейсмического («белого») шума получены в двух точках (пикетах) строительной площадки. Обработка и анализ данных проводились с помощью программы «Grilla» для простого спектрального и HVSR-анализа, а также построения синтетических кривых H/V на основе моделирования поверхностных волн (Рэлея и Ляве) в области плоскопараллельных многослойных систем [2].

Инженерно-геофизические исследования на строительной площадке включали в себя: регистрацию тромографом «Троміно» на грунте для оценки скоростного разреза по спектральному отношению горизонтальной и вертикальной компонент (H/V) сейсмического шума (HVSR-анализ); определение среднего значения скорости поперечной волны в верхней части разреза до глубины 30 м $V_{s_{0,0-30,0\text{ м}}}$.

Исследования возможного проявления сайт-эффекта были выполнены возле скв. № 3 (пикет № 1 под главным зданием объекта строительства).

При анализе полученных данных в пунктах регистрации точки № 1 выделены 3 пика: первая поверхностная аномалия – на частоте 68,83 Гц; вторая – 25,36 Гц на глубине 1,82 м (они связаны с первым от поверхности слоем и ими можно пренебречь); пик фундаментальной частоты колебаний грунта, предположительно связанный с гравийно-галечниковыми или коренными отложениями Кешиньбаира разной плотности, залегающими (по данным HVSR-анализа) ниже 50 м, – 1,45 Гц. Эти аномалии при определённых условиях могут привести к «сайт-эффекту», то есть усилению колебаний грунта при землетрясении [5,6].

По результатам анализа наблюдений была построена обобщённая многослойная V_s -модель предполагаемого разреза грунтов исследуемой площадки в рамках специальной опции программы «Grilla»; вычислено среднее значение скорости поперечных волн $V_{s_{0-30\text{ м}}}$ в верхней части разреза от поверхности (абсолютная отметка – 243,66 м) до глубины 30 м $V_{s_{0-30\text{ м}}} = 320$ м/с в районе скв. № 3; выделена фундаментальная частота колебаний грунта – 1,42 Гц, на которой при определённых условиях может проявиться «сайт-эффект» [2].

Также с помощью HVSR-анализа построены обобщённые многослойные V_s -модели предполагаемого разреза 30-метровой толщи грунтов.

Таким образом, результаты проведённых исследований показывают, что инженерно-геологические условия рассматриваемой территории сложные и при проектировании объектов требуют учёта особенностей строения толщи основания сооружений, свойств грунтов, возможных изменений инженерно-геологической обстановки в процессе строительства и эксплуатации.

Выводы

1. Гидрогеологические условия площадки благоприятны (уровень грунтовых вод – 12,8–13,7 м) для строительства.
2. Расчётная сейсмичность её составляет 9 баллов при II категории грунтов по сейсмическим свойствам.
3. В случае водонасыщения грунтов ИГЭ 2,3 под фундаментами сооружений (образование «верховодки», подъём УГВ) при сильном сейсмическом воздействии возможно их разжижение.



4. Среда размещения фундаментов и заглублённых сооружений в разной степени агрессивна по отношению к бетонам и металлоконструкциям.

5. Вскрытые грунты незасолённые.

Учитывая грунтовые условия площадки строительства, было рекомендовано провести инженерные мероприятия и принять конструктивные решения по: повышению несущей способности грунтов, их сейсмостойчивости и сейсмочпрочности конструкций; предотвращению эрозионного разрушения рельефа территории как под воздействием атмосферных осадков, так и в связи с нештатным состоянием несущих воду коммуникаций и водовмещающих ёмкостей; недопущению инфильтрационного замачивания просадочных грунтов в результате инфильтрации поливных вод с участков озеленения, из соответствующих коммуникаций и ёмкостей; недопущению просадочности грунтов основания зданий; защите (антикоррозионные мероприятия) конструкций, подземных частей зданий и сооружений от агрессивного воздействия среды, грунтов и грунтовых вод.

Все рекомендации были даны на стадии проведения инженерно-геологических изысканий с учётом нормативных документов Туркменистана и полностью выполнены на площадке строительства школы на 700 мест в г. Ашхабаде.

Дата поступления

5 декабря 2024 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаева Л.А., Байрамова И.А. Взаимосвязь гидрогеологических и сейсмических условий при строительстве // Строительство и архитектура Туркменистана. 2019. №3 (19).
2. Джурик В.И., Севостьянов В.В., Эсенов Э.М. и др. Оценка влияния грунтовых условий на сейсмическую опасность. // Методическое руководство по СМР. М.:Наука, 1988. ISBN 5-02-006010-0.
3. Кригер Н.И., Кожевников А.Д., Миндель И.Г. Сейсмические свойства дисперсных пород. ИНЖЭКО. Москва, 1994.
4. Файнберг Ф.Ф. и др. Об оценке влияния гидрогеологической обстановки на сейсмические свойства грунтов // Мат-лы Междунар. науч.-практич. конф. «Проблемы нефтегазогеологической науки и перспективы развития топливно-энергетического комплекса Туркменистана». Ашхабад, 1996.
5. Abaşyýw S.S., Ataýew A.K., Efendiýew M.I. Beýik binalaryň rezonansly yrgyldylaryna seýsmik güwwüldileriň maglumatlary boýunça baha bermek // Türkmenistanda ylym we tehnika. 2014. №4.
6. Agaýewa L.A. Seýsmiklige tebigy-tehnogen şertleriň toplumynyň täsir ediş aýratynlyklary. Monografiýa Aşgabat: Ýlym, 2024.

L.A. AGAÝEWA, Ý.D.MYRADOW, A.B.GARAJAÝEW, H.G.EÝEBERDIÝEW

AŞGABAT ŞÄHERINDE MEKDEBIŇ GURLUŞYK MEÝDANÇASYNYŇ INŽENER-GEOLOGIK ŞERTLERI

Aşgabat şäherinde 700 orunlyk mekdebiň gurluşyk meýdançasynyň teýgum-toprak hem-de seýsmiki şertleri barada maglumatlar getirilýär.

Bu çägiň teýgum-toprak şertleri gurluşyk üçin çylşyrymly diýlip kesgitlenenidigi sebäpli, mekdebiň ähli binalarynyň we desgalarynyň binýadynyň düýplerini inženerçilik taýdan taýýarlamagyň zerurlygy görkezilýär.

L.A. AGAYEVA, Yo.D. MYRADOV, A.B. GARAJAYEV, H.G. EYEBERDYEV

ENGINEERING–GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE SCHOOL CONSTRUCTION AREA IN THE CITY OF ASHGABAT

In this article is considered data on the soil–ground and seismic conditions of the construction site of a 700-student school in the city of Ashgabat.

The soil–ground conditions of this area are assessed as complex for construction; therefore, the necessity of engineering preparation of the foundation bases of all buildings and facilities of the school is demonstrated.



КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

DOI: 556.3.01

И.А. БАЙРАМОВА
М.К. КУРБАНОВ

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

ВЫБОР ТИПА ВОДОЗАБОРНОГО СООРУЖЕНИЯ ПРИ УСТРОЙСТВЕ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В ТУРКМЕНИСТАНЕ

Приводятся результаты анализа геолого-гидрогеологических условий месторождений подземных вод Туркменистана, которые указывают на возможности их использования в качестве питьевых.

Показано, что выбор источника воды является одной из наиболее ответственных задач при устройстве системы водоснабжения, так как от этого в значительной степени зависит стоимость строительства и эксплуатации.

Стратегия глубоких преобразований в народном хозяйстве Туркменистана и интенсификация производства требуют углубления научных исследований и эффективного использования водных ресурсов страны. Особо важное значение приобретают исследования подземных и поверхностных вод в связи с их комплексным использованием, охраной от загрязнения и истощения, оценкой влияния на условия строительства и эксплуатации соответствующих сооружений, мелиорации и освоения земель.

Территория Туркменистана характеризуется ограниченностью ресурсов поверх-

ностных и подземных вод, пригодных для хозяйственно-питьевых нужд. На значительной части территории страны испытывается острый дефицит пресной воды, особенно это ощущается в Центральных Каракумах и западных районах страны. Поверхностный сток сосредоточен в основном в восточной и южной частях Туркменистана (1/3 его площади), на остальной территории он практически отсутствует. В этих условиях существенное значение приобретает использование подземных вод [2].

Выбор источника воды – одна из наиболее важных задач в устройстве системы



водоснабжения. От него в значительной степени зависит конструкция водозаборного сооружения, наличие в его составе тех или иных объектов, стоимость строительства и эксплуатации. В связи с этим в задачи научных исследований входят:

- анализ геолого-гидрогеологических данных о месторождениях пресных и слабосоленых подземных вод в пределах исследуемой территории; составление карт и картосхем распространения и использования этих вод в промышленности, сельском хозяйстве, рекреации;

- организация мониторинга подземных вод и его проведение посредством сравнения различных методик и выбора путей их совершенствования;

- рекомендации по реализации законодательных актов об охране месторождений подземных вод, водопотреблении и водоснабжении, а также выявление недостатков в этой области.

Источник водоснабжения должен соответствовать следующим требованиям:

- возможность получения необходимого количества воды с учётом расширения использования объекта в перспективе;

- бесперебойность снабжения водой потребителей;

- обеспечение качества воды в соответствии с требованиями потребителей, достигаемого (при необходимости) посредством простой и дешевой её очистки;

- возможность подачи воды объекту с наименьшими затратами;

- достижение такой мощности отбора воды, которая не нарушала бы экологическую составляющую.

Целью разведки месторождений подземных вод является оценка их эксплуатационных запасов и подготовка объекта к промышленному освоению. Такая оценка на конкретном участке должна производиться посредством использования соответствующей ему схемы водозаборного сооружения.

Рассмотрим основные типы водозаборных сооружений и гидрогеологические условия их применения [3].

Горизонтальные водозаборы в виде галерей обычно сооружаются на месторождениях с близким залеганием подземных вод и небольшой мощностью водоносного го-

ризонта (до 10 м), то есть в условиях, когда не представляется возможным на каптаже сильно снизить уровень подземных вод. Для повышения эффективности работы такого водозабора устраиваются галереи большой протяжённости. При определённых гидрогеологических условиях такие водозаборы являются наиболее производительными (таблица).

Эксплуатационные запасы подземных вод на водозаборном участке могут формироваться как за счёт естественных запасов и ресурсов, так и привлекаемых запасов и искусственных ресурсов. Именно поэтому в процессе разведки очень важно определить и оценить на каждом месторождении источники формирования эксплуатационных запасов подземных вод. Кроме того, эксплуатационные запасы оцениваются не вообще, а только применительно к участку каптажного сооружения, при этом схема водозабора технически и экономически должна соответствовать конкретным гидрогеологическим условиям.

На многих месторождениях естественные запасы и ресурсы подземных вод являются основным источником формирования эксплуатационных запасов и поэтому играют существенную роль в оценке общей производительности водозаборного сооружения. На некоторых месторождениях эксплуатационные запасы могут формироваться за счёт так называемых привлекаемых ресурсов подземных вод, то есть того их количества, которое формируется в продуктивном горизонте на площади водозаборного участка не в естественных условиях, а непосредственно в процессе эксплуатации сооружения.

Большинство действующих водозаборов устраиваются близко к потребителю (территории поселений и предприятий), что обусловлено в первую очередь технико-экономическими факторами. Вместе с тем в некоторых регионах реально существующие схемы эксплуатации не соответствуют проектным, принятым при подсчёте запасов [1]. В результате на многих участках фиксируется как наличие утверждённых, но не используемых запасов подземных вод, так и отбор их там, где они не утверждены.

Предварительная оценка потенциала и перспектив использования подземных вод требует обоснования фактическим матери-

Характеристика основных типов водозаборов по захвату подземных вод

Водозабор		Гидрогеологические условия	Конструкция
тип	подтип		
Горизонтальный	Галерея одно- или двухстороннего питания	Уровень залегания подземных вод и мощность водоносного горизонта до 10 м	Галерея с бетонными перфорированными стенками, фильтрами и приёмным колодцем
	Лучевой (одно- и двухъярусный)	Уровень залегания подземных вод до 30 м (вдоль береговой зоны или под руслом реки)	Водоприёмная шахта и горизонтальные дренажные (в виде лучей) скважины радиального направления
Вертикальный (буровые скважины)	Одноярусный	Мощность продуктивного горизонта более 20 м (линейный ряд взаимодействующих скважин вдоль современного русла реки)	Буровые скважины линейного ряда
	Многоярусный	Мощность водоносного горизонта более 100 м (группа многоярусных взаимодействующих скважин)	Две-три близко (4–5 м) расположенные скважины различной глубины с ярусным расположением фильтров
Многозабойный линейный ряд взаимодействующих скважин		Трещинно-карстовые воды	Несколько боковых ответвлений от основного ствола разведочно-эксплуатационной скважины
Спаренный		Сложные гидрогеохимические	Две группы скважин: для отбора пресных и солёных вод
Площадный		Орошение земель и водоснабжение	Рассредоточенное и равномерное расположение по площади

алом поисково-оценочных и разведочных гидрогеологических работ. Для решения задач водоснабжения конкретных объектов необходимы уточнение и детализация современной гидрогеологической обстановки и прогнозирование различных вариантов посредством математического моделирования.

При этом надо учитывать ряд особенностей подземных вод, связанных с условиями их распространения и освоения:

– широкое, а во многих регионах практически повсеместное распространение и целесообразность освоения в непосредственной близости от потребителя (то есть месторождение, рентабельное при близости потребителя, может быть нерентабельным при удалении от него);

– небольшое расстояние между объектами добычи подземных вод и их потребления (при подаче воды по трубопроводу);

– приоритет не геологических факторов над геологическими при выборе участка добычи подземных вод;

– наличие землеотвода, учёт расстояния до потребителя, удобство подачи воды, соблюдение соотношения экономических и технологических факторов, определяющих целесообразность создания централизованных групповых или автономных децентрализованных водозаборов, удовлетворяющих потребности в воде и соблюдающих требования к её подготовке.

Исследования состояния с обеспеченностью водой ряда населённых пунктов, где



недостаточно запасов кондиционных по качеству подземных вод, показали, что необходимо решать автономно проблемы питьевого водоснабжения, а не хозяйственно-питьевого. Оптимальным способом является подача в жилые дома экологически чистых питьевых вод, отбираемых из надёжно защищённого от загрязнения подземного источника, по отдельному трубопроводу.

На качестве поверхностных вод существенно сказывается ухудшение состояния

окружающей среды, исключая или ограничивая возможность их использование для хозяйственно-питьевых целей. Поэтому значение подземных вод как более защищённого и распространённого ресурса возрастает. Их рачительное использование обеспечит долговременную эксплуатацию.

Дата поступления

18 апреля 2024 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аликин Э.А. Месторождения подземных вод в рамках системного подхода // Разведка и охрана недр. 2008. № 3.

2. Байрамова И.А., Гурдова Г. Способы получения дополнительных водных ресурсов // Тр. Междунар.

науч.-практич. конф. «Рынок и эффективность производства-22». Кокшетау, 2025.

3. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Потребление воды: экологические, экономические, социальные и политические аспекты. М.: Наука, 2006.

I.A. BAÝRAMOWA, M.G. GURBANOW

TÜRKMENISTANDA SUW ÜPJÜNÇILIK ULGAMYNÝ ÝOLA GOÝMAKDA SUW ALYJY DESGALARYNYŇ GÖRNÜŞINI SAÝLAMAK

Türkmenistanyň ýerasty suw gurlarynyň geologiki-gidrogeologiki şertleriniň seljermesiniň netijeleri getirilýär, we olary agyz suw hökmünde ulanmaklygyň mümkinçiligini görkezýärler.

Suw üpjünçilik ulgamyny ýola goýmakda suw çeşmesini saýlap almaklyk iň jogapkärli meseleleriň biri bolup durýandygy görkezilýär, çünki gurluşygyň we ulanyşygynyň bahasy köp derejede muňa baglydyr.

I.A. BAYRAMOVA, M.G. KURBANOV

SELECTING THE TYPE OF WATER INTAKE STRUCTURE WHEN CONSTRUCTING A WATER SUPPLY SYSTEM IN TURKMENISTAN

The results of the analysis of geological and hydrogeological conditions of groundwater deposits in Turkmenistan are presented, which indicate the possibility of their use as drinking water.

It has been shown that the choice of a water source is one of the most important tasks when constructing a water supply system, since the cost of construction and operation largely depends on it.

О. ДЖУМАДУРДЫЕВ
М. ОРАЗБЕРДИЕВА
С. ГАРАЕВА

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

БИОМАССА МИКРОВОДОРОСЛЕЙ – АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ В АРИДНЫХ УСЛОВИЯХ

Приводятся данные о необходимости создания и внедрения в производство инновационных технологий использования возобновляемых и альтернативных источников энергии и адаптации их к климатическим условиям Туркменистана.

В частности, обосновывается необходимость развития биоэнергетики на базе использования микроводорослей, выращиваемых в коллекторно-дренажных водах.

Повышение температуры воздуха и снижение количества атмосферных осадков в последние десятилетия обуславливают повышение дефицита водных ресурсов в мире, что негативно сказывается на развитии всех отраслей экономики, в частности, сельскохозяйственного производства. В связи с этим первостепенной задачей социально-экономического развития Туркменистана является разработка мер по адаптации работы приоритетных секторов экономики к изменению климата.

В Национальной стратегии Туркменистана об изменении климата определены основные направления этой работы, намечены и уже реализуются адаптационные мероприятия, направленные на предупреждение возникновения связанных с этим рисков. В частности, предусмотрена поддержка научно-исследовательских разработок по созданию технологий возобновляемой и альтернативной энергетики, а также их адаптации к климатическим условиям Туркменистана [4].

В целях достижения целей устойчивого развития и реализации Парижского соглаше-

ния по климату Постановлением Президента нашей страны утверждена «Национальная стратегия по развитию возобновляемой энергетики Туркменистана до 2030 года», которой предусмотрены мероприятия по широкому внедрению технологий получения биоэнергии.

Рост цен на ископаемые энергоресурсы и требования энергетической безопасности во многих странах усилили внимание к производству и потреблению энергии на основе переработки биомассы. В частности, интенсивно развивается такая отрасль, как производство биотоплива [3]. В качестве источника получения биоэнергии в мире широко используются масличные растения, микроводоросли, отходы сельскохозяйственного производства, лесной и др. промышленности, а также сточные воды.

В Туркменистане одной из ведущих отраслей сельского хозяйства является животноводство и на сегодняшний день успешно функционируют крупные овцеводческие и верблюдоводческие специализированные хозяйства. В связи с этим, на первый взгляд, нет более обоснованного решения,



чем начать производство биотоплива на основе использования навоза. Однако в условиях отгонного животноводства сбор его в масштабах страны для получения биогаза – практически невыполнимая и экономически не выгодная задача. Это может быть оправдано, если большие фермерские хозяйства по выращиванию крупного рогатого скота расположены в отдалении от центральных источников энергоснабжения. В этом случае населённый пункт, вблизи которого находится производственный комплекс, можно было бы обеспечить тепло- и электроэнергией, а местных аграриев снабдить экологически чистыми удобрениями.

Известно, что источником получения биотоплива являются также растительные масла. Однако дефицит водных ресурсов в Туркменистане не позволяет выращивать такие водоёмкие культуры, как сахарная свёкла, рапс, соя, кукуруза в целях использования их для получения биоэнергии [5]. Кроме того, орошаемое земледелие в нашей стране рассматривается не только как форма хозяйственной деятельности, но и в контексте сохранения природы и рационального использования её ресурсного потенциала.

Использование отходов лесного хозяйства для производства альтернативной энергии в условиях аридного климата с дефицитом лесных ресурсов также нецелесообразно. Политика Туркменистана в этой области отражена в Лесном кодексе, Национальной лесной программе и направлена на сохранение плодородия земель, недопущение их деградации и восстановление вышедших из сельхозоборота.

Таким образом, с учётом вышесказанного и результатов многолетних исследований учёных одним из основных источников получения альтернативной энергии в условиях нашей страны могут служить микроводоросли. По данным исследований, которые проводятся в Туркменистане с середины XX в., установлено, что в наших водоёмах насчитывается 827 видов водорослей. Основными из них являются зелёные, отличающиеся большим разнообразием, стабильностью химического состава и высокой приспособляемостью к условиям среды обитания [6]. Например, при изменении питательной среды у них меняются морфоло-

гическая структура, скорость роста, деление клеток, их плодовитость и химический состав [7]. Кроме того, в отличие от наземных растений они устойчивы к повышенной кислотности и засолённости питательной среды.

При анаэробном сбраживании биомассы микроводорослей можно получить биометан, биодизель и биоводород. Идея их использования в качестве энергетического сырья не нова, но в настоящее время из-за прогнозируемого дефицита и высокой стоимости нефтепродуктов, а также глобального потепления она актуализировалась во всём мире [2].

Известно, что на орошаемых площадях Туркменистана сегодня образуется около 6 млрд. м³ дренажных вод. В связи с этим многие годы ведутся исследования и уже разработаны рекомендации по их использованию для орошения солеустойчивых кормовых культур [9]. Однако изучению возможности использования их в качестве альтернативного источника энергии до сих пор не уделялось должного внимания.

Расширение площади орошаемых земель обуславливает увеличение объёма коллекторно-дренажных вод, которые образуются в результате полива, особенно избыточного и промывочного (дренажные воды региона характеризуется средней минерализацией). При избыточном поливе часть минеральных удобрений смывается в дренажную сеть, основными загрязнителями вод которой являются ионы кальция, магния, натрия, гидрокарбонаты, сульфаты, хлориды, формирующие их ионно-солевой состав (они содержат и такие основные биогенные элементы, как N, P, S, Mg, K, Ca). Количественный и качественный анализ ионного состава дренажных вод показал, что они могут использоваться в разработке технологий питательной среды для выращивания некоторых микроводорослей. В частности, наиболее жизнеспособной в дренажной воде оказалась *Chlorella vulgaris* [1,8].

Преимущество выращивания микроводорослей в сточных водах заключается в том, что они размножаются в 15–20 раз быстрее, чем другие растения, дешевле в переработке, так как не имеют твёрдой оболочки, и главное – не оказывают вредного воздействия на состояние окружающей среды. Практи-



ческая значимость производства биомассы микроводорослей заключается также в утилизации дренажных вод и получении энергетического сырья.

Таким образом, коллекторно-дренажные воды, объем которых в Туркменистане недостаточен для развития сырьевой базы

биоэнергетики, могут быть использованы в качестве питательной среды для культивирования микроводорослей.

Дата поступления
18 января 2025 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джумадуурдыев О., Оразбердиева М.Р., Шыхыева М.Ш. Изучение возможностей культивирования микроводорослей в дренажных водах // Вестник Сыктывкарского ун-та. Сер. 2: Биология, геология, химия, экология. 2023. № 1 (25). <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-1-26>.

2. Ильвицкая С.В., Чистякова А.Г. Применение микроводорослей в биоэнергетике с использованием технологии улавливания и хранения углерода // Международный научно-исследовательский журнал, 2021. № 11 (113). Ч. 1.

3. Курнакова Н.Ю., Католиченко Д.С., Сухарев О., Волхонский А.А. Анализ развития производства биоэнергетического топлива // Фундаментальные научные исследования. Ч.2. 2016. №9.

4. Национальная стратегия Туркменистана об изменении климата. Ашхабад, 2019.

5. Оразбердиева М.Р. Соя – полезная культура // Новое село. 2008. № 9.

6. Состояние биологического разнообразия. Обзор. Ашхабад, 2002.

7. Сысо А.И. Макро- и микроэлементы в низинных торфяных почвах Центральной Барабы и оптимизация минерального питания растений: Автореф. дис... канд. биол. наук. Новосибирск, 2004.

8. Хамидов М.Х., Жураев У.А. Снижение минерализации коллекторно-дренажных вод биологическим способом и использование их в орошаемом земледелии // Аграрная наука. 2018. № 10.

9. Эсенов П. Проблемы деградации земель и некоторые пути их решения // Пробл. осв. пустынь. 2006. № 4.

O. JUMADURDYÝEW, M. ORAZBERDIÝEWA, S. GARAYEWA

MIKROSUWOTYLARYŇ BIOMASSASY – GURAK ÝERLERDE ENERGIÝA ÜPJÜNÇILIGINIŇ ALTERNATIW ÇEŞMESIDIR

Ylmy makalada gaýtadan dikeldilýän we alternatiw energiýa çeşmelerini peýdalanmak we Türkmenistanyň howa şertlerine uýgunlaşmak üçin innowasion tehnologiýalary döretmegiň we durmuşa geçirmegiň zerurlygy barada maglumatlar berilýär.

Esasan-da, mikrosuwotylary ýetişdirmek üçin lagym suwlaryny, oba hojalyk galyndylaryny, tokaý önümçiligini hem-de ýag berýän ösümlikleriň biomassasyny peýdalanylmagyň esasynda bioenergetikany ösdürmegiň zerurlygy subut edilýär.

O. JUMADURDYEV, M. ORAZBERDIEVA, S. GARAEVA

MICROALGAE BIOMASS – AN ALTERNATIVE SOURCE OF ENERGY SUPPLY IN ARID CLIMATE CONDITIONS

The article provides data on the need to create and implement innovative technologies for the use of renewable and alternative energy sources and their adaptation to the climatic conditions of Turkmenistan.

In particular, it substantiates the need to develop bioenergy based on the use of wastewater for growing microalgae, agricultural waste, forestry, and biomass of oil plants.

РАЗВИТИЕ БИОЭНЕРГЕТИКИ В ТУРКМЕНИСТАНЕ

По результатам исследований биоэнергетических ресурсов Туркменистана показана возможность их широкого использования для энергоснабжения различных объектов народного хозяйства страны и населённых пунктов, расположенных далеко от его центральных источников.

Интеграция Туркменистана в мировую экономическую систему диктует необходимость интенсификации развития промышленного производства. В целях обеспечения социально-экономического развития страны разработаны и реализуются ряд государственных программ. Они предусматривают целевые мероприятия по охране и рациональному использованию водных, земельных и биологических ресурсов, восстановлению деградированных земель и лесов, предотвращению опустынивания, повышению экологической культуры населения. Охрана окружающей среды является приоритетным направлением государственной политики в области экологии. В связи с этим наша страна выполняет все взятые на себя обязательства, предусмотренные конвенциями ООН по биоразнообразию, борьбе с опустыниванием, об изменении климата, об охране озонового слоя и др [1].

В настоящее время большое внимание уделяется использованию возобновляемых источников энергии. Государство оказывает всестороннюю помощь и поддержку туркменским учёным в работе над созданием новых технологий и внедрению их в производство. Широкое развитие получает и биоэнергетика – производство биотоплива из органических отходов (биомассы). Развитие животноводства посредством создания новых животноводческих комплексов наряду с решением проблемы обеспечения насе-

ления страны мясо-молочной продукцией обусловило появление ряда проблем, среди которых деградация пастбищных земель, загрязнение воды, образование большого количества отходов. В связи с этим остро встал вопрос об их использовании и в ряде стран уже накоплен большой опыт работы по производству биогаза [3,5].

Известно, что вопросами переработки органических отходов учёные занимаются давно. Первые биоэнергетические установки были созданы в Китае, Индии, Ассирии и Персии. Исследования по разработке биоэнергетических технологий получили широкое развитие в XX в. В частности, известны разработки немецких учёных Имхоффа и Бланка [7].

Достаточными запасами углеводородного сырья обладают не все страны мира. Ресурсный потенциал большинства из них ограничен или в недрах этих государств их нет вообще, потребности же в природном газе ежегодно возрастают (*рисунок*), так как социально-экономическое развитие зависит от наличия энергетических ресурсов. В связи с этим остро встаёт проблема их рационального использования и сохранения для будущих поколений.

Одним из путей решения этих вопросов является развитие биоэнергетики. Расчёты учёных показывают, что потенциал биотоплива в мире достаточен для его использования в целях энергосбережения целого ряда

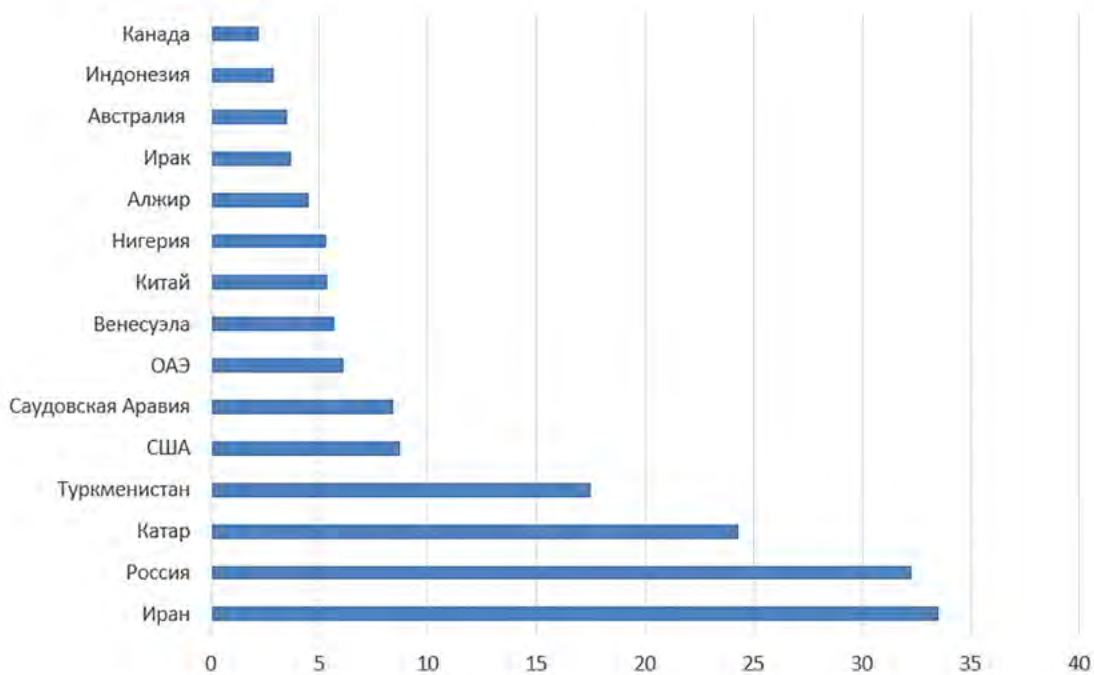


Рис. Доказанные запасы природного газа по странам мира, трлн. м³

производств. Известны примеры энерго-снабжения и удалённых населённых пунктов за счёт биогаза, получаемого из отходов животноводческих ферм [2,6].

Несмотря на то, что Туркменистан богат углеводородными ресурсами, вопросам развития биоэнергетики уделяется очень большое внимание, так как интенсификация производства животноводческой продукции, наряду со скоплением большого объёма отходов, влечёт за собой и деградацию пастбищ. У нас скопилось большое количество различной биомассы, переработка которой обеспечит экологически чистое энергоснабжение. Его использование – путь к решению насущных энергетических, экологических и социальных проблем: энергоснабжение отдалённых от центров сельских районов, улучшение условий жизни их населения и состояния окружающей среды, решение ряда экономических проблем и др.

Работа, проводимая туркменскими учёными в этой области, направлена на модернизацию энергетической отрасли и реализацию программ устойчивого развития. В Научно-производственном центре «Возобновляемые источники энергии» Государственного энергетического института Турк-

менистана ведутся научные исследования по получению биогаза из отходов животноводческих комплексов. Из единой (куриный помёт) и комбинированной (куриный помёт и экскременты крупного рогатого скота) биомассы получен биогаз и определён его состав. Установлено, что биогаз, полученный из куриного помёта, содержит аргон – 0,18 %; азот – 24,75; водород – 9,35; метан – 65,77 %; из комбинированных отходов – соответственно 0,1%; 3; 10,5; 86,4 % [4]. Результаты исследований по его производству в термофильном и мезофильном режимах на птицеферме «Кекеч» с поголовьем в 45 тыс. кур показали, что в термофильном режиме в мае из куриного помёта здесь было получено в среднем 167 200 м³/сут биогаза, в мезофильном – 162 954. Это количество биогаза в течение 20 суток может обеспечивать птицеферму электроэнергией.

Таким образом, отходы агропромышленных комплексов являются существенным энергетическим ресурсом, так как с разной степенью эффективности почти из всех их видов возможно получение биогаза. Кроме того, развитие биоэнергетики – это не только решение проблемы утилизации отходов и источник энергообеспечения, но и возмож-





ность уменьшения объёма выбросов вредных газов в окружающую среду.

Комплексное использование потенциала биоэнергетических ресурсов на основе внедрения новейших мировых технологий позволит решить целый ряд проблем, способствуя

тем самым реализации государственных программ социально-экономического развития страны.

Дата поступления

18 января 2025 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурбангулы Бердымухамедов. Электроэнергетическая мощь Туркменистана. Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2022.
2. Ильин С.Н. Ресурсосберегающая технология переработки свиного навоза с получением биогаза: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: Иркутск, 2005.
3. Кулагин В.А., Дунаева Н.В., Яковлева Д.Д. Новые технологии использования биогаза как способ решения экологических проблем // Вестник РАН. 2021. Т. 91. № 1.
4. Сарыев К.А., Оразбердиева М.Р., Матьякубов А.А. Альтернативный метод получения биогаза из отходов животноводства // Вестник Сыктывкарского ун-та. Сер. 2. Биология, геология, химия и экология. 2021. № 18.
5. Шахов А.В. Эколого-экономические основы преобразования энергии отходов аграрного производства // Экономика и организация в агропромышленном комплексе. 2010. №5.
6. Mahri Danatarova and Mahriban Orazberdiyeva. Scientific and technical basis for biogas production and utilization in Turkmenistan // E3S Web of Conferences APEC-VII-2024.
7. Интернет ресурс, режим доступа: http://www.fluid-biogas.com/?page_id=197, дата доступа 22.11.2024 год.

O. SAPARLYEWA

TÜRKMENISTANDA BIOENERGETIKANYŇ ÖSÜŞI

Türkmenistanyň bioenergetika çeşmeleriniň barlaglarynyň netijeleri boýunça, ýurdumyzyň halk hojalygynyň dürli desgalaryny we onuň merkezi çeşmelerinden uzakda ýerleşýän ilatly nokatlaryny energiýa bilen üpjün etmek üçin olary giňden ulanylmagyň mümkinçiligi bardygy görkezildi.

O. SAPARLYEVA

DEVELOPMENT OF BIOENERGY IN TURKMENISTAN

The results of studies on Turkmenistan's bioenergy resources have demonstrated significant potential for their wide-ranging use in supplying energy to various sectors of the national economy, including settlements located far from the country's centralized energy sources.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ МАШИНЫ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ХЛОПЧАТНИКА В ТУРКМЕНИСТАНЕ

Рассматриваются вопросы обеспечения энерго-, влаго-, почво- и ресурсосбережения в сельском хозяйстве Туркменистана. Предлагаются пути их решения посредством создания и использования универсальных агромелиоративных машинных агрегатов нового поколения для глубокого рыхления почв и внутрипочвенного внесения жидких удобрений.

Деградация почв, которая сегодня приобрела глобальный масштаб, является проблемой, которая требует принятия незамедлительных мер для её решения. На сегодняшний день в мире вышли из сельхозоборота 2 млрд. га земель, при этом площадь пашни составляет 1,5 млрд. Утрата этих угодий обусловлена целым рядом причин, в частности, засолением, ветровой и водной эрозией почв, которой подвержено 84 % мировой пашни.

В последние десятилетия повышение урожайности и, соответственно, объёма производства сельхозпродукции достигалось за счёт его интенсификации посредством внедрения агроиндустриальных методов освоения земель [1].

Использование тяжёлой сельскохозяйственной техники на орошаемых землях привело к чрезмерному уплотнению подпахотного слоя почвы ($1,5-1,9 \text{ г/см}^3$), что негативно сказалось на её водно-физических свойствах и продуктивности [9].

В связи с этим важнейшим направлением развития современных аграрных технологий и техники является снижение затрат на единицу продукции при сохранении экологических показателей, а одним из средств поддержания структуры почвы и улучшения

её состояния является почвообрабатывающее орудие [2].

На данном этапе развития науки и техники уплотнение почвы полностью устранить нельзя, поэтому столь актуальна проблема её разуплотнения с минимальными энергетическими и материальными затратами. Кроме того, новым направлением мелиорации и окультуривания тяжёлых почв является создание органоминеральной структуры почвенного профиля посредством глубокого рыхления с одновременным внесением структурообразующих веществ органического происхождения [7].

Для повышения эффективности удобрений применяют внутрипочвенное внесение их в ограниченный объём подпочвенного пространства, создаваемого рабочим органом сельскохозяйственного орудия. Использование жидких минеральных удобрений по сравнению с гранулированными более эффективно как для повышения урожая, так и с экономической точки зрения [8].

В Туркменистане разуплотнения и углубления пахотного горизонта требуют 1,4–1,5 млн. га сельхозугодий. При этом годовая потребность в орудиях для рыхления почвы составляет 6–6,5 тыс. шт. (233 усл. эт. га), для внесения органических



удобрений – 7,5–8,1 тыс. глубокорыхлителей (185) и 2,0–2,2 тыс. культиваторов-растениепитателей (695 усл. эт. га). В связи с этим необходимо создание машин и орудий нового поколения: ресурсосберегающих, высокоэкономичных, более производительных, менее энерго- и металлоёмких [3–8].

Цель нашей работы – создание универсальных агромелиоративных агрегатов и технологии рыхления почв в условиях аридной зоны.

В ходе теоретических исследований выведены аналитические зависимости по оценке степени сохранения естественного плодородия почвы, которое обеспечивается соответствующими технико-экономическими параметрами её обработки: глубина до 40 см – для лемеха, 10–60 см – для рыхлителя.

Эксперимент по определению влияния скорости передвижения разработанного универсального рыхлителя на сопротивление резанию проводился в почвенном канале и показал, что при скорости рыхления 0,8 м/с увеличение его глубины с 10 до 60 см сопровождается повышением сопротивления до 92,5 %. При этом угол установки и форма стойки практически не влияют на величину зоны рыхления.

Определение силовых характеристик рабочих органов показало, что при рыхлении на глубину 0,5–0,6 м сопротивление одного рабочего органа при полублокированном резании составляет 16–20 кН. Экспериментальные испытания показали, что наименее энергоёмким на единицу площади рыхления (кН/м) оказался рабочий орган с двухъярусными долотами.

Результаты теоретических исследований технологического процесса мелиоративного рыхления почв показали, что полнота рыхления рабочих органов без кротователей при ширине долота 0,10–0,14 м изменяется от 0,15 до 0,20; при использовании последних площадь рыхления увеличивается на 20–25 %, а полнота его достигает 0,72–0,78, что вполне удовлетворяет требованиям агротехники.

На участках, где использовались кротователи, значительно улучшается обеспеченность корневой системы воздухом, увеличивается накопление конденсационной влаги, что способствует мощному развитию хлопчатника [5]. Результаты опытов нарез-

ки аэрационного дренажа на глубину 0,6 м кротователем НАД-2–60 показали, что прибавка урожая хлопка составила 7,4 ц/га при расстоянии между дренами 0,9 м [3,4].

Обеспечение хорошей приживаемости семян зависит и от внесения удобрений, в частности, азота и фосфора – по 90, калия – 10 кг, а также не менее 6–11 т/га навоза КРС на глубину 0,20–0,60 м. При этом рыхление осуществляется без оборота пласта на глубину не менее 0,6 м или с внутрпочвенным внесением жидких органоминеральных удобрений нормой 90–95 м³/га для стимулирования развития корневой системы хлопчатника.

Глубокое рыхление тяжёлых почв всегда сопровождается большим расходом топлива из-за их высокого сопротивления разрушению. Научными исследованиями и экспериментальными работами доказано, что в условиях уплотнённых почв наименее энергоёмко плоское резание грунта параллельно почвенному горизонту двухъярусным ножом с долотообразными режущими деформаторами. Последние должны быть расположены так, чтобы как на верхнем, так и на нижнем ярусе, почва резалась послойно с её сколом вперёд и вверх, то есть в сторону свободной поверхности. При этом резание идёт с выпором срезаемой грунтовой стружки в сторону с меньшим сопротивлением, то есть вверх. После прохода такого двухъярусного рыхлителя грунт не уплотняется, а образовавшаяся траншея в поперечном сечении представляет собой трапецеидальную, расходящуюся сверху форму, заполненную комьями разрыхлённой почвы. Глубина рыхления для хлопчатника составляет 60 см и соответствует средней длине стержневого корня в области основного корнеобитаемого слоя хлопчатника [6].

Экспериментами также установлено, что линия скола грунта и его выпора к поверхности почвы горизонтальным клином-деформатором обычно наклонена вперёд, в сторону его движения под углом 40–50 ° к горизонту, и проходит через режущее лезвие. Кроме того, происходит также боковой выпор грунта наверх под углом 65–75 ° к горизонту.

Рыхление почвы под рядковый посев хлопчатника должно производиться на глубину 50 см, причём верхний клин-деформатор должен проходить на глубине 35 см от



горизонта и иметь такую же ширину при ширине нижнего 20 см. Тогда в плотной почве образуется трапецеидальная, расширяющаяся к верху траншея с комьями разрыхлённой почвы, глубина которой 50 см, а ширина по низу и верху – соответственно 20 и 50–55 см.

По результатам испытаний универсального глубокорыхлителя НАД-2–60М и культиватора-растениепитателя КР-5–40 экспертная комиссия Министерства сельского хозяйства Туркменистана рекомендовала

эти агрегаты для внедрения в сельскохозяйственное производство. Это будет способствовать повышению средней урожайности хлопчатника с 1 га на 15–20 %, сокращению ручного труда, а также эффективному использованию посевной площади и поливной воды.

Дата поступления

15 ноября 2023 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бабаев А.Г.* Проблемы освоения пустынь / Под ред. И.С. Зонна. Ашхабад: Ылым, 1995.
2. *Ветохин В.И.* Систематизация свойств и характеристик состояния почвы как элемент теории проектирования почвообрабатывающих орудий и технологий почвы // Техничко-технологические аспекты развития и испытания новой техники и технологий для сельского хозяйства Украины. Киев, 2009.
3. *Данатаров А.* Устойчивость кротовых дрен // Гидротехника и мелиорация на Украине. Вып.3. Киев, 1994.
4. *Данатаров А.* Аэрационный дренаж в условиях аридной зоны // Пробл. осв. пустынь. 1998. № 6.
5. *Данатаров А.* Аэрационный дренаж орошаемых земель и методы его интенсификации в условиях Туркменистана // Молодой учёный. 2025. № 3.
6. *Добышев А.С., Пузевич К.Л., Данатаров А., Аширов С.Ч.* Обоснование технологий и технических средств обработки почвы в условиях Туркменистана. Минск, 2014.
7. *Егоров В.П., Алексеев Е.П., Смирнов М.П., Васильев А.А.* Органоминеральные удобрения для возделывания сельскохозяйственных культур // Перспективы развития технического сервиса в агропромышленном комплексе. Чебоксары, 2024.
8. *Прокопчук Р.Е.* Эффективность применения гранулированных и жидких минеральных удобрений при возделывании яровой пшеницы в Алтайском крае // Вестник молодежной науки Алтайского гос. аграрного ун-та. 2021. №1.
9. *Труфанов В.В.* Глубокое чизелевание почвы. М.: Агропромиздат, 1989.

A. DAŇATAROW, A. DEREKOWA

TÜRKMENISTANDA GOWAÇA ÖSDÜRIP ÝETIŞDIRMEK ÜÇIN SERIŞDE TYGŞYTLAÝY MAŞYNLAR

Bu makalada Türkmenistanyň oba hojalygynda energiýa, çyglylyk, toprak we serişdeleri tygşytlamak meselelerine seredilýär. Çözgütler topragy çuň ýumşatmak we suwuklandyrylan dökünleri topragiçre bermek üçin täze nesil agromeliorativ uniwersal maşynlaryny işläp düzmek we ulanmak arkaly teklipl edilýär.

A. DANATAROV, A. DEREKOVA

RESOURCE-SAVING MACHINES FOR COTTON CULTIVATION IN TURKMENISTAN

This article examines energy, moisture, soil, and resource conservation in the agriculture of Turkmenistan. Solutions are proposed through the development and use of new-generation universal agromeliorative machinery for deep soil loosening and subsurface application of liquid fertilizers.

Х.Б. АТАЕВА
А.А. АКМУРАДОВ

Государственный медицинский
университет Туркменистана
им. М. Каррыева
Институт общей и прикладной биологии
Инженерно-технологического университета
им. Огузхана

ОРЕХОВАЯ РОЩА КАРАЯЛЧИ – БИОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ

Приводятся сведения об уникальном памятнике природы Туркменистана – роще в ущ. Караялчи, где сохранился генофонд ценнейшей популяции дикорастущего ореха грецкого, а также произрастают некоторые эфиромасличные представители флоры Копетдага, представляющие собой ресурсный потенциал для медицинской промышленности.

Рассматривается возможность создания здесь объекта экологического туризма.

Ущелье Караялчи находится на территории Копетдагского государственного природного заповедника, в контактной зоне Центрального и Юго-Западного Копетдага.

Ущелье открывается широким устьем в полосе предгорий между пос. Арчман и Сунча, а через 20 км переходит в узкий каньон с каменисто-обрывистыми склонами, по дну которого протекает ручей Тырнав, питающийся двумя родничками. Площадь этой территории – 111 га. Структурно она включает в себя охранную зону (91 га) и памятник природы (20 га), относится к субтропическому поясу северного полушария с сухим континентальным климатом, нестабильным количеством атмосферных осадков, резкими колебаниями температуры воздуха. Климатические особенности этой территории обусловлены её географическим положением и вертикальной зональностью. Самый холодный месяц – январь, самый тёплый – июль [5].

В 20 км западнее г. Бахарден и в 11 км юго-восточнее пос. Нохур (1550–1720 м над ур. м.) по дну ущелья полосой (ширина – 50, длина – 1250 м) протянулась роща ореха грецкого (*Juglans regia*). Всего в ущелье

Караялчи 400 видов растений, в числе которых этот реликт древнесредиземноморской флоры неогенового возраста, эдификатора горного листопадного леса представляет наибольшую ценность. Реликтовый ареал вида некогда был более обширным и сформировался в иных условиях по сравнению с современными. Лесная гирканская флора ущелья – северо-восточный форпост предковых форм ореховых лесов Копетдага, Ирана и Центральной Азии, который относят к первичному Среднеазиатскому генетическому центру его произрастания. Роща ореха грецкого сложена из древостоя его дикорастущей формы ирано-пригималайского родства. Растущее здесь дерево-долгожитель (примерно около 400 лет) за долгие годы эволюции сохранило однодомность, что подчёркивает древность вида.

В 2022–2023 гг. нами была проведена инвентаризация ореховой рощи на площади 7 га (рис. 1), включая 3 участка и 2 боковых ответвления (одна особь занимает 84,16 м² (0,0085 га)). Всего здесь произрастает 202 дерева ореха: 36 – ювенильные, 160 – зрелые, 6 – отмирающие. На момент обследования плодоносили 57 (28,2 %) и не плодоносили



Рис. 1. Ореховая роща в Караялчи

145 (71,8 %). Выявлено также 36 экз. семенного подростка.

Несмотря на значительное антропогенное воздействие в контрастных местообитаниях сохранилось значительное число лесных представителей флоры. В распределении растительности орешника по руслу ручья (дну ущелья) чётко просматриваются 3 самостоятельных яруса: верхний – древесный – орех (1,5–8 м), средний – кустарниковый (0,7–1,5 м), нижний – травянистый (12–70 см).

Веками роща сохраняла свою структуру, и процесс консервации её предковых форм сопровождался незначительными изменениями. В настоящее время эта широколиственная реликтовая роща сохранилась лишь на небольшой площади и в обеднённом составе. Поэтому современный орешник рассматривается как относительно засухоустойчивый дериват лесной третичной флоры восточной части Средиземья и Пригималаев. Сегодня роща представляет собой хранилище и уникальный природный механизм формирования ценнейшего генофонда – материала для селекции новых, засухоустойчивых сортов [4,5].

В ущелье место произрастания 49 эндемиков, в числе которых есть копетдагские виды – живокость туркменская (*Delphinium turkmenum*), остролодочник приятный (*Oxytropis suavis*), вздутосемянник копетдагский (*Korshinskya kopetdaghensis*), буниум длинноножковый (*Bunium longipes* и др.); копетдаго-хорасанские – акантолимон овсовый (*Acantholimon avenaceum*), астраканта подушечная (*Astracantha pulvinata*), астрагал шахрудский (*Astragalus schachrudensis*),

чабрец закаспийский (*Thymus transcaspicus*), змееголовник (*Dracocephalum subcapitatum*), чистец туркменский (*Stachys turcomanica*), центральнокопетдаго-хорасанские – астраканта воскозубчатая (*Astracantha cerasocrena*), кузиния щетинкоголовая (*Cousinia chaetocephala*) и др. [2]. Кроме того, в ущелье представлены и такие экологически значимые виды, как хвойник хвощёвый (*Ephedra equisetina*) – кустарник высотой до 1,5 м, ценное двудомное лекарственное растение сем. Эфедровые (*Ephedraceae*) с мелкими и однополыми цветками. Плоды у него шаровидные, красные или оранжевые, мясистые, односемянные. Зрелые шишкоягоды имеют длину 6–7 мм. Цветёт в мае, плодоносит в июле [6].

Сообщества эфедры отличаются высокой продуктивностью, входят в состав формации трагакантовых астрагалов и эфемеровых полынных (*таблица*). Биометрические показатели: I класс – крупные растения (высота – 150–170 см, диаметр кроны – 280×250 см); II – средние (130–150 и 160×200 см); III – мелкие (100–130 и 100×160 см). Эксплуатационный запас сырья растений всех трёх классов составляет 219 т, в том числе 109 т – объём возможной ежегодной заготовки [1].

Мята длиннолистная (*Mentha longifolia*) – эфиромасличное многолетнее лекарственное растение сем. Губоцветные (*Lamiaceae*) высотой 60–160 см, с длинным ползучим корневищем. Цветёт в июне – июле, плодоносит в июле – сентябре (рис. 2). Её местообитания всегда связаны с хорошо (даже обильно) увлажнённым субстратом (берега горных речек, у родников, в сырых ущельях).

**Продуктивность надземной массы мяты длиннолистной
в Центральном Копетдаге (массив Караялчи)**

Количество измерений	Число растений на 1 м ²	Сырьевая масса				Воздушно-сухое сырьё, т/га
		вес с 1 м ² , г		урожайность, ц/га		
		1	2	1	2	
1	112	1560,3	374,4	156,0	37,4	3,7
2	127	2340,1	561,6	234,0	56,2	5,6
3	133	2854,3	685,0	285,4	68,5	6,9
4	118	1984,7	476,2	198,4	47,6	4,8
5	89	1002,6	240,5	100,2	24,1	2,4
В среднем	116	1948,4	467,5	194,8	46,8	4,7

Примечание. . 1 – сырая масса; 2 – воздушно-сухая.

Надземная масса растения содержит эфирное масло, тритерпеноиды, кумарины, флавоноиды, стероиды, витамины (С, РР, Е, каротин), фенолкарбоновые кислоты и их производные, дубильные вещества [3].

С различной степенью обилия растёт в поймах практически всех речек Центрального Копетдага. В ущ. Караялчи площадь произрастания составляет 1,5–2 га.

Ежегодно здесь можно заготавливать 3,8 т сырья, однако в медицинской и пищевой промышленности используется только товарный лист и для его получения мяту скашивают в фазе массового цветения. Побеги с листьями сушат в тени при температуре 35 °С на небольших хорошо вентилируемых валках. Сухое сырьё обмолачивают для по-

лучения листовой массы, влажность которой не должна превышать 14 %, при этом процент почерневших листьев должен быть не более 5, примесей в виде стеблей, соцветий и минеральных – не более 1, измельчённых до 3 мм (диаметр сита) частей – не более 5.

Перовския благовонная (*Perovskia abrotanoides*) – эфиромасличное лекарственное растение сем. Губоцветные высотой 80–120 см (рис. 3). Полукустарник с деревянистым стеблем в нижней части. Венчик фиолетовый, реже белый. Цветёт в мае – сентябре, плодоносит в июне – октябре.

В надземной массе содержится эфирное масло, которое содержит 45 компонентов (сапонины, алкалоиды, кумарины и флавоноиды и др.), главный (27–36 %) из них – камфора [3].



Рис. 2. Мята длиннолистная

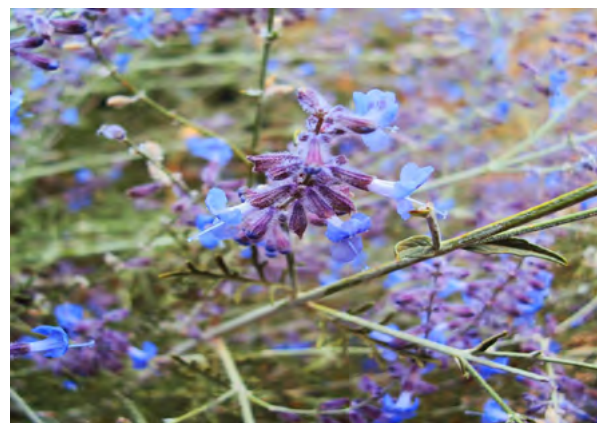


Рис. 3. Перовския благовонная



Присутствует в сообществах шибляково- и арчового (степного) пояса, часто является доминантом или субдоминантом на участках с деградированной из-за перевыпаса растительностью. Относительно большие куртины представлены в ущелье Караялчи. Продуктивный участок зарослей здесь приурочен к бортам сухого селевого русла. Общая площадь несколько разреженных зарослей – 100 га. Средняя урожайность сырой сырьевой массы – 1,8–2 т/га.

Лекарственным и техническим сырьём являются молодые однолетние зелёные побеги, которые срезаются до одревесневшей части в фазу массового цветения, лучше – с середины июня до конца августа. Измельчённое сырьё сушится в тени при хорошей вентиляции (перелопачивая). Через 4–5 дней при влажности 12–13 % его упаковывают в мешки и хранят на стеллажах в хорошо вентилируемом помещении. Срок хранения – год.

Все растения ущ. Караялчи представляют собой биоэкологическую значимость, так как формируют условия для произрастания таких ценнейших видов, как орех грецкий.

Чтобы сохранить это уникальнейшее место его произрастания, необходимо проводить соответствующую работу.

В числе рекомендаций на первом месте стоит строгое соблюдение технологии работ по восстановлению и сохранению ореховой рощи. В частности, необходимо вести сбор плодов с усыхающих деревьев; проводить стратификацию посевного материала; посев осуществлять под крону материнских деревьев; строго контролировать и ухаживать за молодыми сеянцами; проводить биоинженерные работы по очистке рощи и др.

Задача туркменских селекционеров – сохранить генофонд этой ценнейшей популяции дикорастущей культуры продовольственного значения, а также некоторых эфиромасличных растений. Безусловно, это требует и финансовых затрат, источником которых может стать организация в этом регионе экологического туризма.

Дата поступления

25 января 2024 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акмурадов А. Сырьевые ресурсы хвойника хвощевого в Центральном Копетдаге // Пробл. осв. пустынь. 2023. № 3-4.

2. Камахина Г.Л. Флора ущелья Караялчи в Копетдаге // Пробл. осв. пустынь. 2011. №1-2.

3. Каррыев М.О., Артемьева М.В. и др. Фармакохимия лекарственных растений Туркменистана. Ашхабад: Ылым, 1991.

4. Красная книга Туркменистана. Т. 1: Растения.

Изд. 4-е, переработанное и дополненное. Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2024.

5. Курбанмамедова Г.М., Акмурадов А.А. Состояние популяции ореха грецкого // Пробл. осв. пустынь. 2008. № 1.

6. Никитин В.В., Гельдиханов А.М. Определитель растений Туркменистана. Л.: Наука, 1988.

Н.В. АТАЕВА, А.А. АКМУРАДОВ

GARAÝALÇY HOZ TOKAÝLYGY – TEBIGATYŇ BIOLOGIKI-EKOLOGIKI TÄSIN ÝADYGÄRLIGI

Garaýalçy jülgesindäki hoz tokaýlygyny «seçgi» tebigatyň ýadygärligi diýip hasap etse bolar. Bu jülgede azyk ähmiýetli ýabany ösümlikleriň, şeýle-de käbir efir ýag beriji we dermanlyk ösümlikleriň gymmat bahaly genofondy saklanyp galypdyr, jülgäniň özi bolsa ekologik syýahatçylyk üçin obýekt bolmagy mümkin.

Н.В. АТАЕВА, А.А. АКМУРАДОВ

THE KARAYALCHI WALNUT GROVE IS A UNIQUE BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL MONUMENT OF NATURE

The walnut grove in the Karayalchi gorge should be considered a «breeding» monument of nature, in which the gene pool of the most valuable population of wild crops of food importance, as well as some essential oil and medicinal plants, has been preserved, and the gorge itself can become an object of ecological tourism.

СОДЕРЖАНИЕ ГЛИЦИРРИЗИНОВОЙ КИСЛОТЫ В КОРНЯХ СОЛОДКИ ГОЛОЙ

Описаны производные глицирризиновой кислоты, используемые официальной медициной в качестве лекарственных препаратов, обладающих богатым комплексом биологически активных веществ и имеющих широкий спектр действия.

Даются подробный анализ экстракции данного вещества и его содержание в солодке голой, надземная часть которой богата протеином (до 12 %) и является хорошей кормовой добавкой для сельскохозяйственных животных.

Показано также, что выращивание солодки голой на засоленных почвах способствует их рассолению, обогащению азотом и снижению уровня грунтовых вод.

Солодка голая (*Glycyrrhiza glabra* L.) является одним из ценнейших лекарственных растений, издавна используемых в странах Восточной Азии. Шумеры – древнее население Южной Месопотамии (современный Ирак), с которой связывают появление письменности, первых городов и государств Древней Месопотамии, называло это растение «оживляющим». Отцы медицины Диоскорид и Теофраст применяли корень при кашле и катаре верхних дыхательных путей, для лечения многих заболеваний использовал его и Ибн Сина. В XV в. солодку голую культивировали в г. Бамберге (Германии).

Название этого растения с латинского переводится как «сладкий корень», так как содержащаяся в нём (до 24 %) глицирризиновая кислота (ГК) почти в 40 раз слаще сахара. Солодковый корень содержит также моно- и дисахариды, пектин, крахмал, липиды, флавоноиды и изофлавоноиды (до 4 %), халконы, кумарины, органические кислоты (4), аскорбиновую кислоту, стероиды, эфирные масла, пигменты, камедь, стерины, аспарагин и др. При этом основным действующим веществом является тритерпеновый сапонин – глицирризин, содержание которого составляет 2–18 %.

Надземная часть растения содержит дубильные вещества, флавоноиды, эфирные масла, сахара, пигменты, которые привлекают вредителей (часто соцветия покрыты тлей).

В настоящее время природные соединения (биологически активные вещества), легко выделяемые из растительного материала, стали предметом нового научно-практического направления в биоорганической химии. Наибольшее внимание привлекают те, биологическая активность которых подтверждена многими исследованиями. Однако следует учитывать и возможность негативного эффекта от использования лекарственных растений в качестве средства лечения тех или иных заболеваний. Солодка голая – не исключение, хотя у медиков нет единого мнения о её применении. Тем не менее, ГК и некоторые её производные уже признаны официальной медициной и используются для изготовления лекарственных препаратов, так как обладают богатым комплексом биологически активных соединений и имеют широкий спектр действия. Эти препараты применяются в отечественной и зарубежной практической медицине при самых различных заболеваниях (верхних дыхательных путей, желудочно-кишечного тракта, сердечно-со-



судистой и мочеполовой системы, вирусных инфекций, ВИЧ и др.). Установлено также, что ГК и её основной активный метаболит – глицирретовая кислота, обладают противоопухолевым действием в отношении многих злокачественных клеток, так как оказывают антипролиферативный эффект и, индуцируя апоптоз и аутофагию, снижают резистентность к противоопухолевой химиотерапии. Биологическая активность данных кислот позволяет рассматривать их как перспективные соединения для создания новых противоопухолевых препаратов [3].

Отечественные и зарубежные публикации единодушно подтверждают эффективность лекарственных средств из солодки, благодаря группе основных действующих веществ – тритерпеновых гликозидов, в частности, глицирризиновой кислоты и её производных.

Установлено, что биосинтез ГК происходит в надземной части растения [4]. Транспорт гликозида из листьев (где он накапливается) в корни сопровождается превращением глюкозы и галактозы в глюкороновую кислоту (дисахаридный фрагмент). Содержание ГК в корнях зависит от времени года, типа почвы, места произрастания и возраста растения [2]. Например, максимальная её концентрация в корнях солодки уральской отмечена в период отмирания стеблей (сентябрь – октябрь), минимальная – в фазе плодоношения (июль – август). На юге ареала она значительно больше.

Методы выделения ГК из корней солодки, первый из которых был описан А. Чирхом [4], с каждым годом совершенствуются. Одна из принятых технологий включает экстракцию горячей водой с добавкой кислоты или щёлочи. В своих экспериментах мы придерживались метода количественного определения ГК, описанного в Государственной фармакопее Республики Беларусь [1], и использовали корни солодки голой из естественных мест её произрастания (Дашогульский вельянт).

Навеску из 2 г измельчённого и просеянного через сито (отверстия – 0,2 мм) солодкового корня поместили в 150-миллилитровую коническую колбу, добавили в неё 20 мл ацетонового 3 %-ного раствора азотной кислоты и в течение часа встряхивали. Затем смесь отфильтровали (не встряхивая) в 100-миллилитровый цилиндр, а осадок промыли 10 мл

горячего ацетона. Затем добавили ещё 20 мл горячего ацетона и смыли остатки сырья с фильтра. Полученную смесь 5 мин. кипятили на водяной бане с обратным холодильником (рис. 1).

Извлечённый экстракт фильтровали через тот же фильтр в тот же мерный цилиндр (100 мл). Экстракцию горячим ацетоном повторяли ещё 2 раза. Остатки сырья промыли горячим ацетоном до объёма (100 мл) жидкости. Затем полученную смесь перелили в 200-миллилитровый стакан, предварительно ополоснув его 40 мл 96 %-ного спирта. Стакан установили на мешалку и, интенсивно перемешивая, добавили (капельно) концентрированный раствор аммиака (примерно 0,8–1,2 мл) до появления обильного светло-жёлтого творожистого осадка (рН=8,3–8,6). Полученную маточную жидкость с осадком отфильтровали через бумагу на воронке Бюхнера в вакууме (рис. 2).

Полученный осадок на фильтре перенесли в стакан, в котором происходило осаждение, и промыли порциями по 10–15 мл (всего 50 мл) горячим ацетоном. Осадок на фильтре и стакан промыли 50 мл горячей воды, отфильтрованный раствор перелили в мерную колбу (250 мл). Фильтр несколько раз промыли небольшими порциями горячей воды, добавив её к основному раствору (в ту же мерную (250 мл) колбу). Объём раствора довели до 250 мл дистиллированной водой.

Таким образом был получен экстрагированный раствор, обозначенный буквой А, и 3 мл его перелили в мерную колбу, разбавив водой до 50 мл. Этот раствор обозначили буквой Б и измерили его оптическую плотность на спектрофотометре при длине волны 258 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм. Для контроля во второй кювете использовали дистиллированную воду.

Содержание ГК в абсолютно сухом сырье определили по формуле $X = (A \times 822 \times 250 \times 50 \times 100) / (a \times 3 \times 11000 \times 1000) \%$, где А – оптическая плотность раствора Б; а – навеска сырья (2 г); 822 – молекулярный вес ГК; 11000 – молярный показатель поглощения.

Посредством анализа было установлено, что содержание ГК в 2-летних корнях (диаметр – 0,9–1,0 см) составляет 4,23 %, а в 4-летних (1,5–2,0) – 13,27 %.



Рис. 1. Экстракция глицирризиновой кислоты

Как и любые научные разработки, методы извлечения ГК требуют совершенствования, чтобы получить экологически чистый продукт наиболее экономически выгодным способом. Данные, полученные на сегодняшний день экспертами ООН и ВОЗ, а также эксперименты, проведённые в США, подтверждают необходимость такой работы.

Развитие этого научного направления в Туркменистане продиктовано и необходимостью обеспечения сырьём открытого в январе 2024 г. (г. Туркменабат) предприятия по производству ГК, созданного в структуре комплекса «Буян». Продукция этого предприятия ориентирована на экспорт и планируется производство 390 т/год нерафинированной ГК [5].

Кроме того, остро стоит вопрос и о сохранении естественных мест произрастания солодки, поскольку в культуре она практически не выращивается. Основным «поставщиком» сырья является природа, поэтому необходимо введение этого растения в культуру. Оно неприхотливо, не требует особых способов выращивания, более того является прекрасным средством улучшения физических и химических свойств почвы, в частности, снижения её засоления. Корни солодки в поисках воды могут уходить на глубину более 10 м, что очень важно в условиях нашей страны. Веретенообразная система с боковыми корневищами является своеобразным подземным барьером для проникновения на



Рис. 2. Фильтрация экстрагированного раствора

поверхность почвы солей. Кроме того, на корнях образуются клубеньковые бактерии, обогащающие почву биологическим азотом. Надземная часть достигает 1,5-метровой высоты, богата содержанием протеина (до 12 %) и является хорошей добавкой в корм сельскохозяйственных животных.

Экспериментальные исследования учёных Института пустынь, растительного и животного мира по использованию солодки голой в качестве фитомелиоранта, проведённые на засоленных землях Дашогузского велаята, показали эффективность её выращивания. Установлено, что после 4-хлетнего возделывания этого растения почва обогащается гумусом и благоприятна для выращивания на этих землях озимой пшеницы и хлопчатника. Кроме того, зарегистрировано снижение (до 3 м) уровня грунтовых вод.

Для введения солодки в культуру и получения необходимых результатов учёные предлагают несколько вариантов её выращивания (семенной и вегетативный) в различные периоды года (весна, осень) и на почвах разной степени засоления.

В Туркменистане сбор корней и корневищ солодки можно вести практически круглый год (с марта по ноябрь). Чтобы облегчить его, надземную массу необходимо скашивать на силос или сено, тогда зелёные побеги не мешают выборке корней. При заготовке больших объёмов их выпаживают плантажным плугом с глубины 50–70 см и из



отвороченного пласта выбирают до 75 % (при большой задернованности почвы – до 50 %) всех корней и корневищ, а те, что остаются в ней, обеспечивают растению возобновление. Повторная заготовка сырья на одном и том же участке возможна лишь через 6–8 лет, но в течение этого времени заросли обычно полностью восстанавливаются. После выкопки корни очищают от земли, снимают верхний пробковый слой и режут на кусочки. Сушат сырьё при температуре не выше 60 °С.

В настоящее время в Туркменистане вводятся в строй все новые и новые объекты по добыче и переработке солодкового корня. Его экстракты пользуются большим спросом в Китае, России, США, Франции, Великобритании, Индии, Сербии и других странах

мира. Большой спрос обусловлен тем, что солодка содержит большое количество биологически активных веществ и по полезным свойствам не уступает корню женьшеня.

Эксплуатация предприятия по получению глицирризиновой кислоты требует расширения площадей под выращивание солодки в культуре, без нанесения ущерба природе, поэтому необходимы новые разработки учёных в этой области.

Дата поступления
3 сентября 2025 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная фармакопея Республики Беларусь. Минск, 2007.
2. Гранкина В.П., Надеждина Г.П. Солодка уральская. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е, 1991.
3. Терпинская Т.И. Противоопухолевые свойства глицирризиновой и глицирретовой кислоты // Новости медико-биологических наук НАН Беларуси. 2023. Т.23. №3.
4. Tschirch A., Cederberg H. Arch. Pharm. 1908, 246 558: aus der Wurzel v. *Periandra mediterranea* u. aus der Rinde v. *Pradosia lactescens* Radlk. isoliert.
5. *ORIENT news* 15.01.2022. // <https://www.orient.tn/ru/post/35897/v-turkmenabate-pristupayut-k-vypusku-glicirrizina-iz-solodki>.

O. ARZIAMOVA

SÜYJI BUÝANYŇ KÖKLERINIŇ DÜZÜMINDE GLISIRIZIN TURŞUSYNYŇ MUKDARY

Makalada derman önümleri hökmünde resmi lukmançylyga giren, biologiki işjeň birleşmeleriň baý toplumyny özünde saklaýan we giň göwrümlü täsiri bolan glisirizin turşysyndan emele gelen önümler beýan edilýär. Süýji buýanyň kökünden bu maddanyň alnyşy we mukdary barada jikme-jik derňew berilýär. Ösümligiň ýer üstündäki bölegi beloklara baý (12 %-e çenli) bolup, oba-hojalyk mallary üçin oňat iým goşundysydyr. Şonuň bilen birlikde, şor topraklarda süýji buýanyň ösmegi topragyň duzunyň azalmagyna, azot bilen baýlaşmagyna we ýerasty suwlaryň derejesiniň peselmegini üpjün edýär.

O. ARZIAMOVA

CONTENT OF GLYCYRRHIZIC ACID IN LICORICE ROOTS

The derivatives of glycyrrhizic acid, which have entered official medicine as pharmaceuticals with a rich complex of biologically active compounds, and having a wide range of action, are described. A detailed analysis of the extraction of this substance and its quantitative content in licorice roots *Glycyrrhiza glabra* L. is given. The aboveground part of the plant is rich in protein (up to 12%), and is a good feed additive for farm animals. At the same time, the cultivation of licorice in saline soils contributes to their desalination, nitrogen enrichment and a decrease in the groundwater level.

ЮБИЛЕИ

ХОДЖАНЕПЕСУ ЕВЖАНОВУ – 80 ЛЕТ

Евжанов Ходжанепес родился 1 апреля 1946 г. в с. Окузяб Губадагского этрапа Дашогузского веляята Туркменистана.

В 1963 г. с серебряной медалью окончил среднюю школу, в 1969 г. – с отличием Туркменский политехнический институт (ныне Туркменский государственный институт архитектуры и строительства).

В 1972 г. после окончания аспирантуры в г. Москве защитил (Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Академии наук СССР) кандидатскую диссертацию на тему «Разработка методов определения и исследование форм нахождения кислорода, азота и водорода в литии и натрии».

С 1973 по 1993 гг. работал заместителем директора по науке в Институте химии Академии наук Туркменистана и одновременно там же заведовал лабораторией вторичных вод, с 1994 г. – кафедрой общей химии в Туркменском политехническом институте, а с 2012 г. и по сей день преподаёт в Международном университете нефти и газа им. Ягшигельды Какаева.

Ходжанепес Евжанов – специалист в области химической технологии переработки водных и минеральных ресурсов страны. Его научная деятельность связана с разработкой технологических способов переработки и очистки промышленных йодобромных, коллекторно-дренажных и производственных вод, а также целестиновых руд. Впервые в мировой практике он разработал и предложил к внедрению технологию получения (без обогащения) соединений ценного редкого элемента – стронция, из исходной целестино-

вой руды, а также из йодобромных промышленных вод. Им изучены научные основы опреснения солёных вод инновационными мембранными методами – обратным осмосом и электродиализом, разработаны способы получения из доломитовых отходов магниевых продуктов, водоочистного коагулянта и др. Все разработки успешно апробированы в производственных условиях и внедрены в практику. Учёный изучил макро- и микрокомпонентный состав КДВ Туркменистана, выявив характер и степень их минерализации и загрязнения. Им установлен порядок кристаллизации солей и поведения микрокомпонентов при испарении, впервые предложена технология комплексной переработки КДВ и представлены исходные данные на проектирование в Туркменистане первого в странах СНГ крупнотоннажного опытно-экспериментального комплекса. В населённых пунктах Дашогузского веляята установлен ряд промышленных опреснительных мембранных аппаратов. Впервые разработана технология переработки остаточных рассолов, образующихся при опреснении минерализованных вод с получением товарных химических продуктов.

В 1990 г. Х. Евжанов защитил докторскую диссертацию в Московском химико-технологическом университете им. Д.И. Менделеева на тему «Разработка способов очистки и комплексной переработки минерализованных стронцийсодержащих и коллекторно-дренажных вод Туркменистана».

Под научным руководством профессора Х. Евжанова подготовлено более 10 канди-



датских и докторских диссертаций. Он опубликовал около 500 научных работ и учебников, среди которых «Переработка стронцийсодержащих промышленных вод и минералов», «Технология очистки сточных вод и подготовки воды», «Инженерная химия», «Аналитическая химия», «Сборник задач с решениями по общей и неорганической химии» и др., получил 17 патентов на изобретения.

В 1991 г. удостоен Государственной премии Туркменистана в области науки и техники, в 2005 г. – звания «Преподаватель года», в 2021 г. – медали «За любовь к Отечеству».

Ходжанепес Евжанович является членом редакционной коллегии журналов «Химия и технология воды» (Украина), «Вода: химия и экология» (Россия), постоянным и активным автором Международного научно-практического журнала «Проблемы освоения пустынь».

Профессор Х. Евжанов ведёт активную научно-педагогическую деятельность, отличается удивительной чуткостью, большим тактом и добротой. Многие обращаются к нему за помощью, в которой он никогда не отказывает, поэтому пользуется заслуженным авторитетом у коллег и студентов.

Поздравляем Ходжанепеса Евжановича с юбилеем, желаем крепкого здоровья и научного долголетия.

**Редакционная коллегия
Международного научно-практического журнала
«Проблемы освоения пустынь»
Международный университет нефти и газа
им. Ягшигельды Какаева
Туркменский государственный
институт архитектуры и строительства
Институт химии
Академии наук Туркменистана**

ПОТЕРИ НАУКИ

ЗОНН ИГОРЬ СЕРГЕЕВИЧ
(1938–2025 гг.)

16 ноября 2025 г. скончался Игорь Сергеевич Зонн – член редколлегии и активный автор Международного научно-практического журнала «Проблемы освоения пустынь», на протяжении всей жизни тесно сотрудничавший с Туркменистаном.

И.С. Зонн – доктор географических наук, действительный член Российской академии естественных наук, генеральный директор Инженерного научно-производственного центра по мелиорации, водному хозяйству и экологии, профессор Государственного педагогического университета г. Пекина (Китай), почётный профессор Тверского государственного университета (Россия), заслуженный мелиоратор Российской Федерации.

Родился в 1938 г. в г. Ленинграде (ныне г. Санкт-Петербург). В 1960 г. окончил МГУ им. М.В. Ломоносова (географический факультет) и занимался почвенно-мелиоративными исследованиями в разных странах мира, собрал колоссальный по объёму и значимости для науки материал по вопросам мелиорации и географии почв аридных территорий.

Будучи вице-президентом Российского национального комитета по содействию программе ООН по окружающей среде, Игорь Сергеевич под руководством академика АН ТССР, члена-корреспондента АН СССР А.Г. Бабаева организовал на базе Института пустынь АН Туркменистана Международные научные курсы по проблемам опустынивания и методам борьбы с процессами деградации аридных территорий.

Круг научных интересов И.С. Зонна был очень широк: география аридных территорий, рациональное использование водных

ресурсов, искусственные экосистемы, процессы опустынивания и методы борьбы с ними, геополитика, морская регионалистика, освоение Арктики и мн. др.

Важный вклад сделан И.С. Зонном и в изучение морей: в рамках работы над проектом «Моря России» им были составлены и опубликованы энциклопедии 15 морей, омывающих РФ. Много внимания учёный уделял исследованию Аральского моря. Итогом этой работы стали труды «Аральское море. Энциклопедия» (2008 г.) и «Экология Аральского моря» (2010 г.). В этих работах приводится хронология событий, произошедших за последние три века и ставших вехой в истории освоения и высыхания этого уникального водоёма. В них также рассматриваются меры, принимаемые странами Центральной Азии и международным сообществом для смягчения последствий Аральской катастрофы, включая социально-экономический и экологический ущерб.

Богатый исследовательский опыт учёного отражён во многих его публикациях. Так, он является составителем, редактором и соавтором книги «Туркменское озеро «Алтын асыр» и водные ресурсы Туркменистана», изданной на английском языке. По его разработкам опубликовано более 10 монографий о комплексном изучении Каспийского региона.

Более 30 лет Игорь Сергеевич посвятил изучению пустынь мира, влиянию антропогенного и природных факторов на процессы опустынивания. Одним из первых он привлёк внимание учёных и общественности к этой проблеме и необходимости её решения.



В 1984 г. в издательстве «Ылым» АН Туркменистана под редакцией академика АН ТССР А.Г. Бабаева он опубликовал книгу «Опустынивание: стратегия борьбы». В ней рассмотрена мировая география опустынивания, предложен план действий по борьбе с ним и на основе обобщения имеющегося на тот период опыта учёных многих стран мира – технология предупреждения процессов деградации пустынных территорий. Итогом работы И.С. Зонна в изучении пустынь и опустынивания является издание в 2018 г. (в соавторстве с учёными Китая и Израиля) труда «Пустыни и опустынивание. Энциклопедия». Он посвящён 20-тилетию принятия Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (1996–2016 гг.) и 40-летию проведения одноимённой конференции (1977–2017 гг.).

Игорь Сергеевич – автор более 500 статей и 40 монографий, участник Конференции ООН по проблемам опустынивания в г. Найроби (Кения, 1977 г.), многочисленных международных форумов по проблемам пустынь и процессов опустынивания аридных территорий. Он признан научным сообще-

ством не только России и Туркменистана, но и многих стран мира, одним из свидетельств тому является избрание его членом редколлегий международных журналов «Аридные экосистемы», «Проблемы постсоветского пространства» (Россия), «Studio marina» (Черногория), главным редактором журнала «Вестник Каспия» (Россия).

Глубокое знание предмета и широта кругозора были главными качествами учёного, а его признание в мире является результатом многолетнего упорного и кропотливого труда.

Светлая память об Игоре Сергеевиче навсегда останется в сердцах туркменских учёных-пустыноведов, его коллег, учеников и друзей.

**Национальный институт пустынь,
растительного и животного мира
Министерства охраны окружающей среды
Туркменистана
Редакционная коллегия
Международного научно-практического журнала
«Проблемы освоения пустынь»**

СОДЕРЖАНИЕ

Рахманова А.К., Гадамов Д.Г., Акмурадов А.А. Наночастицы водорослей как инструмент борьбы с опустыниванием и деградацией почв Каракумов	5
Цветнов Е.В., Марахова Н.А., Реймов П.Р., Мамутов Н.К., Худайбергенев Я.Г., Султашова О.Г. Влияние деградации земель на продовольственную безопасность республики Узбекистан	10
Евжанов Х. Охрана и рациональное использование водных ресурсов в Туркменистане	21
Аманмаммедова С.А. Функциональное состояние организма спортсменов-юниоров в условиях жаркого климата	25
Кепбанов П.А., Джумамурадова Г.А., Дурдыева О.П., Сахатова М.О. Чёрносаксаульники Прикарабогазья	32
Курбанмамедова Г., Атаханов Г., Нурбердиева А. Эколого-биологическая характеристика дикорастущих плодовых растений Туркменистана	40
Хыдыров П. Мирмекофильные виды скутакаридных клещей Туркменистана	53
Агаева Л.А., Мырадов Ё.Д., Гаражаев А.Б., Эбердыев Х.Г. Инженерно-геологические условия территории строительства школы в г. Ашхабаде	61

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Байрамова И.А., Курбанов М.К. Выбор типа водозаборного сооружения при устройстве системы водоснабжения в Туркменистане	67
Джумадурдыев О., Оразбердиева М., Гараева С. Биомасса микроводорослей – альтернативный источник энергоснабжения на аридных территориях	71
Сапарлыева О. Развитие биоэнергетики в Туркменистане	74
Данатаров А., Дерекова А. Ресурсосберегающие машины для возделывания хлопчатника в Туркменистане	77
Агаева Х.Б., Акмурадов А.А. Ореховая роща Караялчи – биолого-экологический памятник природы	80
Арзямова О. Содержание глицирризиновой кислоты в корнях солодки голой	84

ЮБИЛЕИ

Евжанову Ходжанепесу – 80 лет	88
--	----

ПОТЕРИ НАУКИ

Игорь Сергеевич Зонн (1938–2025 гг.)	90
---	----



MAZMUNY



Rahmanowa A.K., Gadamow D.G., Akmyradow A.A. Garagumyň çölleşmegine we topragyň degradasiýasyna garşy göreşmekde suwotularyň nanobölejiklerini gural hökmünde ulanmak	5
Swetnow E.W., Marahowa N.A., Reýmow P.R., Mamutow N.K., Hudaýbergenow Ý.G., Sultaşowa O.G. Ýerleriň degradasiýasynyň Özbekistan respublikasynyň azyk howpsuzlygyna edýän täsiri	10
Ýowjanow H. Türkmenistanda suw serişdelerini goramak we rejeli ulanmak	21
Amanmämmadowa S.A. Yssy howa şertlerinde ýetginjek türgenleriň funksional ýagdaýy	25
Kepbanow P.A., Jumamyradowa G.A., Durdyýewa O.P., Sahatowa M.O. Garabogaz ýakasynyň ojarlyklary	32
Gurbanmämmadowa G., Atahanow G., Nurberdiýewa A. Türkmenistanda ýabany ösýän miweli ösümlikleriň ekologik-biologik häsiýetnamasy	40
Hydyrow P. Türkmenistanyň skutakarid sakyrtygalarynyň mirmekofil görnüşleri	53
Agaýewa L.A., Myradow Ýo.D., Garaýaýew A.B., Eýeberdiýew H.G. Aşgabat şäherinde mekdebiň gurluşyk meýdançasynyň inžener-geologik şertleri	61

GYSGA HABARLAR

Baýramowa I.A., Gurbanow M.G. Türkmenistanda suw üpjünçilik ulgamyny ýola goýmakda suw alyjy desgalarynyň görnüşini saýlamak	67
Jumadurdyýew O., Orazberdiýewa M., Garaýewa S. Mikrosuwotylaryň biomassasy – gurak ýerlerde energiýa üpjünçiliginiň alternatiw çeşmesidir	71
Saparlyýewa O. Türkmenistanda bioenergetikanyň ösüşi	74
Daňatarow A., Derekowa A. Türkmenistanda gowaça ösdürip ýetişdirmek üçin serişde tygşytlaýjy maşynlar	77
Ataýewa H.B., Akmyradow A.A. Garaýalçy hoz tokaýlygy – tebigatyň biologiki-ekologiki täsin ýadygärligi	80
Arzýamowa O. Süýji buýanyň kökleriniň düzüminde glisirizin turşusynyň mukdary	84

ÝUBILEÝLER

Ýowjanow Hojanepes – 80 ýaşady	88
---	----

TARYHYŇ ÝITGILERI

Igor Sergeýewiç Zonn (1938–2025 ýý.)	90
---	----

CONTENTS

Rahmanova A.K., Gadamov D.G., Akmyradov A.A. Algae nanoparticles as a tool for combating desertification and degradation in the Karakum desert	5
Tsvetnov E.V., Marakhova N.A., Reymov P.R., Mamutov N.K., Khudaybergenov Ya.G., Sultashova O.G. Impact of land degradation on food security in the republic of Uzbekistan	10
Evzhanov H. Protection and rational use of water resources in Turkmenistan	21
Amanmammedova S.A. Functional state of the body of junior athletes in a hot climate	25
Kepbanov P.A., Jumamyrdova G.A., Durdyeva O.P., Sahatova M.O. Black saxaul communities of the Karabogaz region	32
Kurbanmamedova G., Atakhanov G., Nurberdieva A. Ecological and biological characteristics of wild fruit species of Turkmenistan	40
Khydyrov P. Myrmecophilic species of scutacarid mites in Turkmenistan	53
Agayeva L.A., Myradov Yo.D., Garajayev A.B., Eyberdiyev H.G. Engineering-geological conditions of the school construction area in the city of Ashgabat	61

BRIEF COMMUNICATIONS

Bayramova I.A., Kurbanov M.G. Selecting the type of water intake structure when constructing a water supply system in Turkmenistan	67
Jumadurdyev O., Orazberdieva M., Garaeva S. Microalgae biomass – an alternative source of energy supply in arid climate conditions	71
Saparlyeva O. Bioenergy development in Turkmenistan	74
Danatarov A., Dereкова A. Resource-saving machines for cotton cultivation in Turkmenistan	77
Ataeva H.B., Akmuradov A.A. The Karayalchi walnut grove is a unique biological and ecological monument of nature	80
Arzyamova O. Content of glycyrrhizic acid in licorice roots	84

JUBILEE

Evzhanov Hojanepes – 90th of birthday	88
--	----

LOSSES OF THE SCIENCE

Igor Sergeevich Zonn (1938–2025)	90
---	----

Главный редактор академик АН Туркменистана А.Г. Бабаев

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

М.Х. Дуриков (Туркменистан, зам. гл. ред.), **П.А. Кепбанов** (Туркменистан), **Чжан Юаньмин** (Китай), **Фен Чжаньвэнь** (Китай), **Н.С. Орловский** (Израиль), **Э.А. Рустамов** (Туркменистан), **Дж. Сапармурадов** (Туркменистан), **И.П. Свинцов** (Россия), **Э.Б. Дедова** (Россия), **А. Язкулыев** (Туркменистан)

Журнал выпущен при финансовой поддержке проекта Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) и Глобального экологического фонда (ГЭФ) «Укрепление потенциала Туркменистана по соблюдению Расширенных рамок прозрачности в соответствии с Парижским соглашением» (проект СВІТ)

Ответственный редактор *Н.И. Файзулаева*
Ответственный секретарь журнала *Г.М. Курбанмамедова*
Компьютерная вёрстка *Д.А. Черкезова*
Подписано в печать 03.06.2026 г. Формат 60×84 1/8
Уч.-изд.л. 10,4 Усл. печ.л. 11,8 Тираж 300 экз. Набор ЭВМ
А - 118857

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 durikovmh@gmail.com tarnat2023@gmail.com cherkezova8686@mail.ru
Сайт в Интернете: <https://sic-icsd.com.tm/>

