



Научная статья

УДК 502.131.1

doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_420

## СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ И ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ПЛАНЕТЫ И МЕТОДЫ УСТОЙЧИВОГО ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**А.А. Фомин, И.Ю. Мамонтова**

Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

**Аннотация.** Актуальность проведенного исследования обусловлена возрастающим в настоящее время спросом на продовольствие. Это требует принятия необходимых решений для серьезного уменьшения давления на водные, земельные и почвенные ресурсы планеты и является необходимым условием устойчивого жизнеобеспечения человечества. Работа посвящена анализу состояния природных ресурсов Земли и, как следствие, состоянию продовольственной системы во всем мире. В работе были использованы методы системного анализа для изучения, анализа и обобщения состояния продовольственной и сельскохозяйственной системы планеты в связи с климатическими изменениями и экстремальными погодными условиями. По результатам проведенных исследований предложены эффективные инструменты для устойчивого планирования и управления ресурсами планеты в условиях быстрых изменений агроклиматических условий.

**Ключевые слова:** ФАО, земельные ресурсы, водные ресурсы, климатические изменения, деградация земель, недостаток воды, экстремальные погодные условия, продовольственная и сельскохозяйственная система, устойчивость

Original article

## THE STATE OF THE LAND AND WATER RESOURCES AND METHODS OF SUSTAINABLE AGRICULTURE

**A.A. Fomin, I.Yu. Mamontova**

State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

**Abstract.** The relevance of the study is due to the currently increasing demand for food. This requires making the necessary decisions to seriously reduce the pressure on the water, land and soil resources of the planet and is a necessary condition for sustainable human life support. The work is devoted to the analysis of the state of the earth's natural resources and, as a consequence, the state of the food system around the world. The methods of system analysis were used to study, analyze and generalize the state of the food and agricultural system of the planet in connection with climatic changes and extreme weather conditions. Based on the results of the conducted research, effective tools for sustainable planning and management of the planet's resources in conditions of rapid changes in agro-climatic conditions are proposed.

**Keywords:** FAO, land resources, water resources, climate change, land degradation, water scarcity, extreme weather conditions, food and agricultural system, sustainability

**Введение.** Необходимость удовлетворения возросшего спроса на продовольствие оказывает серьезное давление на водные, земельные и почвенные ресурсы планеты. Сельскохозяйственный сектор должен помочь смягчить это давление и оказать содействие достижению целей в области климата и развития. Устойчивые методы ведения сельского хозяйства могут способствовать непосредственному улучшению состояния земель, почв и вод и получению экосистемных выгод, а также сокращению выбросов в атмосферу. Все это требует точной информации и существенных изменений в подходе к управлению ресурсами. Для обеспечения максимальной синергии и выработки сбалансированных решений потребуются также серьезные дополнительные усилия вне сферы управления природопользованием.

**Цели исследования.** Провести анализ состояния земельных и водных ресурсов планеты, существующих и используемых методов управления этими ресурсами. Предложить эффективные инструменты для устойчивого планирования и управления водными и земельными ресурсами планеты в условиях быстрых изменений агроклиматических условий.

**Методы исследования.** Для реализации целей исследования были использованы методы системного анализа.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Мировое сельское хозяйство использует около 4750 млн га земли для выращивания сельскохозяйственных культур и животноводства. Возделываемые временные и постоянные культуры занимают более 1500 млн га, в то время как земли под постоянными лугами и пастбищами занимают почти 3300 млн га. Общее изменение площади сельскохозяйственных угодий с 2000 г. невелико, но площадь земель под постоянными и орошаемыми культурами увеличилась, в то время как площадь земель под постоянными лугами и пастбищами значительно сократилась. Агроклиматические условия для структуры землепользования быстро меняются.

Сельскохозяйственные предприятия приспособляются к новым тепловым режимам, которые могут нарушить стадии роста сельскохозяйственных культур и их экологию почвы, что имеет особые последствия для распространения болезней и вредителей сельскохозяйственных культур. Фундаментальные изменения в круговороте воды, в частности характер

осадков и периоды засухи, вынуждают корректировать неорошаемое и орошаемое производство. Ожидается, что воздействие изменения климата на круговорот воды окажет значительное влияние на сельскохозяйственное производство и экологические показатели продуктивных земельных и водных систем. Климатические модели предсказывают сокращение возобновляемых водных ресурсов в одних регионах (среднеширотные и сухие субтропические регионы) и увеличение в других (в основном в высоких широтах и влажных среднеширотных регионах). Даже там, где прогнозируется увеличение, может возникнуть кратковременный дефицит из-за изменения стока, вызванного большей изменчивостью количества осадков.

Почвы являются важным буфером или «регулятором» изменения климата. Почвы при традиционном сельском хозяйстве продолжают оставаться источником выбросов углекислого газа, но методы сохранения могут остановить, а в некоторых случаях обратить вспять потерю органического углерода в почве. Деградация торфяной почвы и дренаж высвобождают большое количество углерода в результате разложения. В период 1997-2016 гг. на пожары на осушенных



торфяниках приходилось около 4% глобальных выбросов от пожаров. Сельскохозяйственная практика также приводит к тому, что почвы выделяют другие парниковые газы (ПГ) в дополнение к углекислому газу, а изменение климата усугубляет эти выбросы. Почвы выделяют закись азота при внесении удобрений и при посадке азотфиксирующих культур. Глобальное распределение почв, подверженных воздействию соли, отражает естественные засоленные и содовые почвы и накопление солей в результате антропогенных процессов увлажнения почвы. По оценкам, из-за засоления почв ежегодно выводится из производства до 1,5 млн га пахотных земель. Ожидается, что более высокие скорости эвапотранспирации усугубят накопление солей в поверхностных горизонтах, но степень засоления грунта в диапазоне глубин 30-100 см гораздо более выражена.

Нагрузка на земельные и водные ресурсы никогда не была такой интенсивной, и их накопление доводит производительный потенциал земельных и водных систем до предела. В период 2000-2019 гг. площадь пахотных земель увеличилась на 4% (63 млн га). Прирост пахотных земель, главным образом для орошаемых культур, удвоился. Рост численности населения привел к тому, что сельскохозяйственные угодья, доступные на душу населения для выращивания сельскохозяйственных культур и животноводства, сократились на 20% в период 2000-2017 гг., до 0,19 га на душу населения в 2017 г.

Будущие сценарии изменения климата указывают на необходимость изменения структуры посевов и методов управления для адаптации к изменениям в пригодности сельскохозяйственных культур/земель. Сельскохозяйственные системы уже адаптируются за счет более точного использования технологий и ресурсов, отчасти в ответ на изменение климата, но, главным образом, в ответ на более сложные требования глобальной продовольственной системы. По этой причине значение традиционных показателей продуктивности земли и воды снижается по мере того, как принимается во внимание все больше факторов производства. Действительно, в то время как рост сельскохозяйственного землепользования и орошаемых площадей застопорился, общая факторная производительность в сельском хозяйстве за последние несколько десятилетий увеличивалась на 2,5% каждый год, что отражает повышение эффективности использования сельскохозяйственных ресурсов. Она заменила интенсификацию использования ресурсов в качестве основного источника роста в мировом сельском хозяйстве. Это достижение повысило осведомленность о необходимости устойчивого ведения сельского хозяйства и эффективного использования ограниченных природных ресурсов. В то время как использование сельскохозяйственных ресурсов для удовлетворения текущего спроса активизировалось, результирующее воздействие на окружающую среду накапливается до такой степени, что затрагивается широкий спектр экологических услуг, что ограничивает возможности сельского хозяйства по реагированию. В то же время межотраслевая конкуренция за земельные и водные ресурсы является острой, поэтому возможности расширения орошаемых площадей и преобразования новых земель в сельскохозяйственные крайне ограничены.

По оценкам ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций), к 2050 г. сельское хозяйство должно будет производить почти на 50% больше

продовольствия, кормов для скота и биотоплива, чем в 2012 г. В Южной Азии и в странах Африки к югу от Сахары для удовлетворения расчетных потребностей в калорийности рациона людей объем сельскохозяйственного производства должен увеличиться более чем вдвое (на 112%). Остальному миру нужно будет производить как минимум на 30% больше. Для того чтобы этого добиться, необходимо будет повысить урожайность и интенсивность земледелия, а также диверсифицировать сорта возделываемых культур. Поскольку возможности для расширения обрабатываемых площадей ограничены, придется искать компромиссы между обеспечением необходимой питательной ценности, продуктивностью сельскохозяйственных культур и созданием устойчивости к изменению климата.

Если на основании прогнозов по уборочным площадям в орошаемом и богарном земледелии рассчитать потребности в пахотных землях, то в рамках сценария прежнего курса размеры обрабатываемых площадей должны будут возрасти с имевшихся в 2012 г. 1567 млн га до 1690 млн га к 2030 г. и до 1732 млн га к 2050 г. Исходя из ожидаемого роста урожайности и интенсивности земледелия, для удовлетворения потребностей в продовольствии площадь пахотных земель к 2050 г. необходимо будет увеличить на 165 млн га.

Земельные и водные ресурсы и управление ими лежат в основе функционирования продовольственных систем — продуктивных, жизнеспособных, эффективных с точки зрения использования ресурсов, устойчивых к внешним воздействиям и включающих всех тех, кто производит эти ресурсы, и кто от них зависит.

Инструменты для устойчивого планирования и управления есть. Необходимо улучшить механизмы сбора данных. Важную роль в планировании природопользования во всех звеньях продовольственной производственно-сбытовой цепочки будет играть мониторинг последствий изменения климата для агроэкологической пригодности земель.

Пространство возможных решений в сельском хозяйстве расширилось. Достижения в области сельскохозяйственных исследований позволили увеличить диапазон технических возможностей в области рационального земле- и водопользования.

Универсального решения нет, зато есть полный набор эффективных решений. Но их успешное воплощение возможно только при наличии благоприятных условий, сильной политической воли, продуманных мер политики и инклюзивных механизмов управления, а также коллективных процессов планирования с участием представителей всех секторов и ландшафтов.

А для того, чтобы добиться успеха в области управления земельными и водными ресурсами, нужны согласованные и интегрированные меры политики в различных секторах, которые позволят решить многочисленные задачи, связанные с природопользованием, достижением необходимых компромиссов и состоянием соответствующих экосистем и услуг. Согласованность необходима на всех уровнях управления и во всех сферах политики, поскольку даже не относящиеся к водным и земельным ресурсам решения могут существенно повлиять на природные ресурсы.

Политические и правовые механизмы, регулирующие использование земельных и водных ресурсов на национальном уровне, нередко разрознены или должным образом не внедрены либо оказались неэффективными

из-за институциональной и технической разобщенности и несовпадения юрисдикций в отношении экологически взаимосвязанных ресурсов. Концепция комплексного управления водными ресурсами предполагает, что вода — это система, поэтому управлять нужно именно системой — обычно на уровне бассейна, суббассейна или водоносного горизонта, а границы водных систем часто никак не соотносятся с политическими или административными границами. Для обеспечения ответственного и добросовестного управления и повышения эффективности и устойчивости водопользования необходимы соответствующие технические, финансовые и институциональные решения и их действенная и скоординированная реализация на межотраслевом уровне.

Для эффективного принятия решений необходима информация о земельных и водных ресурсах (об их количестве и качестве), их распределении, доступе к ним, о связанных с ними рисках и об их использовании. Информация в цифровом формате, обрабатываемая в режиме реального времени, позволяет директивным органам использовать качественные, доступные, своевременные и надежные дезагрегированные данные, интеллектуальные технологии и бесперебойные механизмы мониторинга для разработки эффективных межотраслевых мер политики, обеспечивающих соблюдение принципа «никто не должен остаться без внимания».

К числу доказавших свою эффективность стратегий улучшения качества питания, укрепления здоровья экосистем и создания устойчивых и жизнестойких агропродовольственных систем, функционирование которых основано на рациональном управлении почвенными и водными ресурсами и ресурсами биоразнообразия, относятся, в частности, агроэкология, почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие, органическое сельское хозяйство, агролесоводство и организация смешанных растениеводческо-животноводческих хозяйств.

Магистральный характер приобретают меры внутрихозяйственного и более общего характера в сфере земельных, почвенных и водных ресурсов, помогающие найти сбалансированные решения и согласовать между собой цели рациональной организации производства и экосистем, повышения производительности сельского хозяйства, создания устойчивости к изменению климата, сокращения потерь и порчи пищевой продукции, изменения моделей потребления продовольствия и перехода к более ресурсоэффективным продовольственным системам.

Технические меры реагирования в сельском хозяйстве стали более целенаправленными и значительно более эффективными в плане управления земельными, почвенными и водными ресурсами. Быстро распространяются мобильные технологии и техническая механизация фермерских хозяйств. Услуги дистанционного зондирования, облачные вычисления и открытый доступ к данным и информации о сельскохозяйственных культурах, природных ресурсах, климатических условиях, вводимых ресурсах и рынках уже сейчас приносят пользу мелким фермерам, позволяя им интегрироваться в цифровые агропродовольственные системы.

Многие мероприятия за пределами фермерских хозяйств и в продовольственных системах имеют непосредственное отношение к управлению земельными, почвенными и водными ресурсами и приобретают сейчас магистральный характер. К ним относятся современные подходы по выстраиванию сельскохозяйственного



производства в увязке с рациональным использованием экосистем, внедрение методов регенерации пахотных земель и пастбищ, повышение продуктивности сельскохозяйственного производства, сокращение потерь и порчи пищевой продукции, попытки изменить модели потребления продовольствия и появление продовольственных систем, функционирующих на основе принципов циркулярной экономики, которые повышают эффективность использования ресурсов. Все это отражает потенциальные преимущества внедрения на различных ландшафтах и в разных социальных условиях передовых систем ведения сельского хозяйства, обеспечивающих производство разнообразных продуктов, занятость, гарантированные средства к существованию и полноценное и устойчивое питание, сохраняя при этом ресурсы и здоровье экосистем и способствуя сокращению выбросов парниковых газов и увеличению объемов связывания углерода.

За период с 2000 г. был достигнут значительный прогресс в области селекции сортов сельскохозяйственных культур и пород домашнего скота. Такие сорта и породы жизненно необходимы для повышения урожайности и устойчивости к различным факторам стресса, таким как засуха, заболачивание, холод и засоление. Они также будут играть все более важную роль в адаптации к изменению климата и послужат дополнением к существующим решениям, таким как усиление полива, добавление большего количества агрохимикатов и механизация. Генетически модифицированные культуры по-прежнему являются предметом длительных дебатов по вопросам рисков для биоразнообразия, здоровья человека и состояния окружающей среды, а также распределения выгод, связанных с использованием таких культур.

Помощь, оказываемую сельскому хозяйству, необходимо перераспределить таким образом, чтобы это способствовало желаемому повышению долгосрочной стабильности базы природных ресурсов сельского хозяйства и источников средств к существованию тех, кто зависит от этих ресурсов.

Хорошие результаты с большой вероятностью даст планирование мер по обращению вспять тенденции к усилению деградации земель и дефицита воды, если эти меры будут сочетаться с перспективными стимулами для адаптации к изменению климата и смягчению его последствий.

**Выводы.** Инструменты для устойчивого планирования и управления земельными и водными ресурсами планеты:

1. Улучшить механизмы сбора данных последствий изменения климата для агроэкологической пригодности земель.

2. Шире использовать новые технические возможности в области рационального земле- и водопользования.

3. Успешное воплощение эффективных решений возможно при коллективном (участии всех секторов и ландшафтов) планировании инклюзивных мер и механизмов управления, и сильной политической воли.

4. Реализация Концепции комплексного управления водными ресурсами, включающая технические, финансовые и институциональные решения и их скоординированная реализация на межотраслевом уровне.

5. Необходима система информации данных в цифровом формате, обрабатываемая в режиме реального времени, о земельных и водных ресурсах, об их использовании, их распределении, доступе к ним, о связанных с ними рисках.

6. Переход к более ресурсоэффективным продовольственным системам:

- сбалансированные, согласованные цели организации производства и экосистем,
- создание устойчивости к изменению климата,
- изменение моделей потребления продовольствия (сокращение порчи пищевой продукции).

7. Дальнейшее развитие в области селекции сортов сельскохозяйственных культур и пород домашнего скота, необходимых для повышения урожайности и устойчивости к различным факторам в адаптации к изменению климата.

8. Распространение мобильных технологий и технической механизации фермерских хозяйств, позволяющее им интегрироваться в цифровые агропродовольственные системы.

9. Многоэтапное финансирование сельскохозяйственных проектов, направленных на поддержание функционирования систем земле- и водопользования.

#### Список источников

1. Biradar, C., Sarker, A., Krishna, G., Kumar, S., Wery, J. (2020). *Assessing farming systems and resources for sustainable pulses intensification. Paper presented at Pulses the climate smart crops: Challenges and opportunities (ICPulse2020)*. Bhopal, India.
2. Coppus, R. (2021). *Global distribution of land degradation. Thematic background report for SOLAW 2021*. Rome, FAO. Available at: <http://www.fao.org/land-water>
3. FAO (2014). *The water-energy-food nexus: A new approach in support of food security and sustainable agriculture*. Rome, FAO, 28 p. Available at: <http://www.fao.org/3/bl496e/bl496e.pdf>
4. FAO (2017). *Watershed management in action: Lessons learned from FAO projects*. Rome, FAO, 170 p. Available at: <http://www.fao.org/3/i8087e/i8087e.pdf>
5. FAO (2018). *The future of food and agriculture: Alternative pathways to 2050. Summary version*. Rome, FAO, 64 p. Available at: <http://www.fao.org/3/CA1553EN/ca1553en.pdf>
6. FAO (2019). *GLOSIS-GSOCmap (v1.5.0). Global soil organic carbon map. Contributing countries*. Available at: <http://54.229.242.119/GSOCmap>
7. *Глобальная оценка лесных ресурсов 2020 года: Основной доклад*. Рим, ФАО, 2020. Режим доступа: <http://doi.org/10.4060/ca9825en>
8. *Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства 2020. Решение проблем с водой в сель-*

ском хозяйстве. Рим, ФАО, 2020. 210 с. Режим доступа: <http://www.fao.org/3/cb1447en/cb1447en.pdf>

9. Беляев В.И., Варлагин А.В., Дридигер В.К., Курганова И.Н., Орлова Л.В., Орлов С.В., Попов А.И., Романовская А.А., Тойгильдин А.Л., Троц Н.М., Фомин А.А., Хомяков Д.М. *Мировая климатическая повестка. Почвозащитное ресурсосберегающее (углеродное) земледелие как стандарт межнациональных и национальных стратегий по сохранению почв и аграрных карбоновых рынков // International Agricultural Journal*. 2022. Т. 65. № 1.

10. Volkov, S.N., Shapovalov, D.A., Fomin, A.A. (2020). *Development of cartographic materials for optimal placement of objects and lands using the information logical system of automated land management design. In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series "International Symposium "Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects"*, p. 012155.

#### References

1. Biradar, C., Sarker, A., Krishna, G., Kumar, S., Wery, J. (2020). *Assessing farming systems and resources for sustainable pulses intensification. Paper presented at Pulses the climate smart crops: Challenges and opportunities (ICPulse2020)*. Bhopal, India.
2. Coppus, R. (2021). *Global distribution of land degradation. Thematic background report for SOLAW 2021*. Rome, FAO. Available at: <http://www.fao.org/land-water>
3. FAO (2014). *The water-energy-food nexus: A new approach in support of food security and sustainable agriculture*. Rome, FAO, 28 p. Available at: <http://www.fao.org/3/bl496e/bl496e.pdf>
4. FAO (2017). *Watershed management in action: Lessons learned from FAO projects*. Rome, FAO, 170 p. Available at: <http://www.fao.org/3/i8087e/i8087e.pdf>
5. FAO (2018). *The future of food and agriculture: Alternative pathways to 2050. Summary version*. Rome, FAO, 64 p. Available at: <http://www.fao.org/3/CA1553EN/ca1553en.pdf>
6. FAO (2019). *GLOSIS-GSOCmap (v1.5.0). Global soil organic carbon map. Contributing countries*. Available at: <http://54.229.242.119/GSOCmap>
7. FAO (2020). *Global'naya otsenka lesnykh resursov 2020 goda: Osnovnoi doklad [Global Forest Resources Assessment 2020: Keynot]*, Rome, FAO. Available at: <http://doi.org/10.4060/ca9825en>
8. FAO (2020). *Polozhenie del v oblasti prodovol'stviya i sel'skogo khozyaistva 2020. Reshenie problem s vodoi v sel'skom khozyaistve [The State of Food and Agriculture 2020. Addressing Water Challenges in Agriculture]*. Rome, FAO, 210 p. Available at: <http://www.fao.org/3/cb1447en/cb1447en.pdf>
9. Belyaev, V.I., Varlagin, A.V., Dridiger, V.K., Kurganova, I.N., Orlova, L.V., Orlov, S.V., Popov, A.I., Romanovskaya, A.A., Toigildin, A.L., Trots, N.M., Fomin, A.A., Khomyakov, D.M. (2022). *Mirovaya klimaticheskaya povestka. Pochvozashchitnoe resursosberegayushchee (uglerodnoe) zemledelie kak standart mezhnatsional'nykh i natsional'nykh strategiy po sokhraneniyu pochv i agrarnykh karbonovykh rynkov [World Climate Agenda. Soil conservation (carbon) agriculture as a standard for transnational and national strategies for soil conservation and agrarian carbon markets]*. *International Agricultural Journal*, vol. 65, no. 1.
10. Volkov, S.N., Shapovalov, D.A., Fomin, A.A. (2020). *Development of cartographic materials for optimal placement of objects and lands using the information logical system of automated land management design. In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series "International Symposium "Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects"*, p. 012155.

#### Информация об авторах:

**Фомин Александр Анатольевич**, кандидат экономических наук, профессор кафедры экономической теории и менеджмента, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3881-8348>, [agrodar@mail.ru](mailto:agrodar@mail.ru)

**Мамонтова Ирина Юрьевна**, кандидат педагогических наук, доцент кафедры экономической теории и менеджмента, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3196-4780>, [mamamontenka@mail.ru](mailto:mamamontenka@mail.ru)

#### Information about the authors:

**Alexander A. Fomin**, candidate of economic sciences, professor of the department of economic theory and management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3881-8348>, [agrodar@mail.ru](mailto:agrodar@mail.ru)

**Irina Yu. Mamontova**, candidate of pedagogical sciences, associate professor of the department of economic theory and management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3196-4780>, [mamamontenka@mail.ru](mailto:mamamontenka@mail.ru)