

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ СИНЕРГЕТИКИ ДЛЯ АДАПТАЦИИ
АГРОЛАНДШАФТОВ ПОЛЕСЬЯ**

К ГЛОБАЛЬНЫМ ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА

Коломиец Сергей Степанович, к.с.-х.н., в.н.с.

Диденко Наталия Александровна, к.с.-х.н., зав. отдела

Даниленко Юлия Юрьевна, к.т.н., зав. лаборатории

Белобровая Анастасия Сергеевна, аспирант

Институт водных проблем и мелиорации

Национальной академии аграрных наук Украины

Kolomiets Serhii, PhD, kss2006@ukr.net

Didenko Nataliia, PhD, 9449308nd@gmail.com

Danylenko Iuliia, PhD, julia_danilenko@ukr.net

Bilobrova Anastasiia, postgraduate, anastasiabilobrova1993@gmail.com

Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National

Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Для адаптации агроландшафтов Полесья к аридизации климата предложено создать характерную для зоны Лесостепи гетерогенность путем обустройства сети энергетических рубежей, обеспечивающих повышенное использование биотой агроклиматического потенциала в сети экотонов.

Ключевые слова: *гетерогенность, синергетика, экотон, биоразнообразие, биопродуктивность, агроландшафты Полесья.*

Глобальные изменения климата, направленные на его аридизацию [1], приводят к эволюционным изменениям почв и переформатированию зональных Полесских ландшафтов, в т.ч. агроландшафтов. И именно в Полесье Украины и Беларуси фиксируются наиболее существенные трансформации среды, вызванные изменениями климата. Это касается почв, водных объектов и ландшафтной организации территории. Для устранения негативных последствий и быстрой экологической адаптации зоны Полесья к изменениям климата необходимо уяснить суть и направленность таких трансформаций среды, используя инструментарий синергетики. И только после создания прогнозной функциональной модели современных процессов трансформации среды обитания Полесской зоны под влиянием изменений климата, планировать конкретные адапционные инженерные мероприятия.

Глобальные достаточно быстрые изменения климата приводят к снижению гидротермических коэффициентов за счет существенного возрастания тепловых ресурсов и ростом испаряемости при несущественных изменениях атмосферных осадков. Фактически зона Полесья, с ее гумидным климатом, смещается на север, а на ее месте формируется почвенно-климатическая зона Лесостепи. Согласно общегеографических исследований [2] среди широтных природно-климатических зон наивысшую биопродуктивность имеет зона Лесостепи. Это обусловлено сбалансированностью гидротермических условий и оптимальной гетерогенностью ландшафтов этой зоны. Гетерогенность ландшафта рассматривается как сеть ландшафтно-геохимических барьеров (ЛГБ), которые обеспечивают диссипацию (рассеяние) внешних потоков энергомассообмена (ветра, солнца, поверхностного стока и т.д.) т.е. в первую очередь являются энергетическими барьерами. За счет повышения энергообеспеченности контактов угодий различной морфологии повышается биопродуктивность в так называемых экотонах, обусловленная закономерной изменчивостью экологических условий, реализующих краевой эффект. В экотонах фиксируется всплеск биопродуктивности и биоразнообразия за счет расширения видового состава и численности биоты [3]. Хорошо также известен мелиоративный эффект лесомелиорации, осуществляющий комплексное воздействие на экологические условия почв и атмосферы, обеспечивающие повышение биопродуктивности, воспроизводство плодородия почв поля на эффективном расстоянии до 25-30 высоты деревьев лесополос. Яркий пример повышения биопродуктивности сельхозкультур на 20-30 % без дополнительного ресурсного обеспечения, а только за счет повышения эффективности использования агроклиматического потенциала, демонстрирует технология полосного выращивания двух и более культур различной морфологии [4]. Рост продуктивности по этой технологии обеспечивает повышение структурно-функциональной организации поля за счет создания его гетерогенности. При этом можно рассматривать большое количество показателей влияния на продуктивность – влажность воздуха и почвы, освещенность, температура почвы и воздуха, турбулентный обмен, испарение, транспирация, концентрация CO_2 и т.д., однако наиболее системно эти процессы описывает синергетика. В частности, создание циклической термодинамической неравновесности в системе сети барьеров агроландшафта создает в определенные периоды повышенную термодинамическую доступность питания для биоты, облегчая утилизацию внешней энергии в продукционном процессе. Наиболее детально такие процессы исследованы и описаны нами для почвенной толщи, ибо почва также является радиальным экотоном [5]. Взаимодействие с циклическими внешними воздействиями – температурой, атмосферным давлением и влагой превращает почвенную среду в микроградиентную диссипативную систему, где особую роль играют макропоры в которых жидкостными мембранами заземляется воздух, превращая эти макропоры в микромембранные насосы, реагирующие на внешние воздействия термодинамического характера, преимущественно в суточном цикле. Именно создание градиентной структуры энергомассообмена обеспечивает функционирование в почве множества термодинамических энергозатратных процессов, которые в конечном итоге используют часть потока внешней энергии солнца. Интенсивность таких субординационных процессов определяет уровень использования внешнего потока энергии в почвенных процессах, поддерживающих гомеостаз почвы. В данном случае именно субординационные (внутренние) процессы, возникающие при взаимодействии с внешней средой, обеспечивают воспроизводство структурной организации и основных свойств: агрофизических, прочностных и др.

Фактически гомеостаз почвы определяет уровень использования в ней внешнего потока энергии, преимущественно солнца. И именно синергетика позволяет характеризовать термодина-

мически неравновесные гомеостатические почвенные процессы с использованием ключевого понятия активной кинетической среды [5]. Именно гетерогенность почв обеспечивает энергоэффективность их взаимодействия с факторами внешней среды, т.е. климатом.

Ландшафтная организация территории Полесья в условиях возрастания энергетики климата также представляет собой термодинамически неравновесную градиентную систему, в которой «рабочим телом» выступает кроме влаги еще атмосфера, а также тепловое излучение в длинноволновой части спектра. И именно воздушная конвекция, вертикальная и горизонтальная, обеспечивает повышение диссипации энергии на контактах угодий различной степени взаимодействия с циклическими факторами внешней среды. Если для гомеостаза почв первостепенное значение имеет суточный цикл изменчивости внешних параметров, который совпадает с суточной циклическостью продукционного процесса биоты, то и для ландшафтной организации суточная циклическость диссипации потоков энергии также наиболее значима. Ярким примером таких субординационных циклических процессов являются бризовые явления на побережьях морей: днем бризового ветер направлен на сушу из-за ее более высокой температуры поверхности по отношению к морю, а ночью – с суши на море из-за обратного градиента температуры. Аналогичные явления возникают и в ландшафтах на контакте водных объектов и суши, леса и поля, луга и поля и т.д. Многие авторы склонны определять экологическую сбалансированность ландшафтов и агроландшафтов соотношением площадей поля, луга, водных объектов и т.д. Однако это в корне неприемлемо, потому что сбалансированность зональных ландшафтов определяется протяженностью контактов этих угодий, т.е. уровнем их гетерогенности. И для каждой природной зоны диапазон гетерогенности ландшафтов строго индивидуален, как и уровень их энергетики.

Биопродуктивность и биоразнообразие является критерием использования агроклиматического потенциала на территории ландшафтов. Среди почвенно-климатических зон наивысшая биопродуктивность фиксируется в зоне Лесостепи, для которой в самом названии присутствует контакт леса и степи, то есть смещение гидротермических условий этой зоны на территорию Полесья требует соответствующей адаптации гетерогенности ландшафтов, обеспечивающих повышение использования агроклиматического потенциала.

Известна практика оценки экологического состояния мелиоративного ландшафта в Эстонии именно через протяженность контактов различных угодий (Ю.К. Мандер, 1978). Доказано на примере более трехсот мелиоративных систем, что при мелиоративном освоении территории происходит упрощение ландшафта и, используя норматив контактов в м/га, даются рекомендации оптимальной величины экологического разнообразия ландшафтов. Причем, чем выше уровень упрощения ландшафта при мелиоративном освоении, тем выше эксплуатационные затраты на поддержание его функциональной стабильности, в силу необходимости противодействия так называемым циклично-возвратным зональным процессам, которые направлены на восстановление домелиоративного состояния почв и ландшафтов (дифференциация почв и пестроты почвенного покрова, вторичное заболачивание, зарастание кустарниково-древесной растительностью и т.п.)

В современных условиях наиболее доступным способом контроля и мониторинга гетерогенности ландшафтов являются дистанционные методы зондирования Земли (ДЗЗ). Комбинирование различных спектральных диапазонов, в том числе и термального, при создании тематических карт ландшафтов на основе анализа космических снимков существенно расширяют набор показателей для оценки состояния территорий, повышают оперативность мониторинга и обеспечивают отслеживание происходящих изменений. Кроме различных вегетационных индексов, которые характеризуют состояние различных составляющих ландшафтов (состояние биомассы, влажность почвы, изменения в водных объектах) чрезвычайно интересным является расчет радиационного баланса территории, который позволяет отслеживать изменения, происходящие в энергетических потоках.

Выводы. Для экологической адаптации агроландшафтов Полесья к современной аридизации климата предлагаем создавать в этой зоне характерную для зон Лесостепи гетерогенность ландшафта.

Обычно при проведении мелиоративных работ происходит упрощение зонального ландшафта со снижением его гетерогенности. В новых климатических условиях перспективным является обустройство сети дополнительных энергетических рубежей, обеспечивающих повышение биопродуктивности в экотонах с повышением общей гетерогенности.

Гетерогенность ландшафта, сопровождаемая формированием экотонов, является мерой организации ландшафта и мерой использования в нем агроклиматического потенциала (факторов климата). Биопродуктивность и биоразнообразие при этом выступают индикатором экологической сбалансированности агроландшафта в условиях глобальных изменений климата.

С позиции синергетики ландшафт может быть характеризован как диссипативная структура в пространственной организации земной поверхности с зональным характером уровня использования внешних потоков энергомассообмена и накоплением в ней информации (негентропии), от количества которой зависит его устойчивость.

Наиболее перспективными методами изучения и оптимизации гетерогенности ландшафтов в условиях изменений климата являются комплексные методы дополненные данными дистанционного зондирования.

Список использованных источников

1. Ромащенко М.І. Рівень забезпечення території України гідротермічними ресурсами в умовах сучасних кліматичних змін / М.І. Ромащенко, Ю.О. Тараріко, Р.В. Сайдак, Ю.В. Сорока // Посібник українського хлібороба. Науково-практичний збірник. – Том 1, 2016. – С. 285-286.
2. Исаченко А.Г. Оптимизация природной среды: Географический аспект / А.Г. Исаченко. Москва : Мисль, 1980. – 264 с.
3. Ботаническая география с основами экологии растений /В.Г. Хржановский, [и др.]. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 255 с.
4. Халимов Ш.А., Никишанов А.Н. Полосовая технология возделывания кукурузы и сои на зерно – новый этап в развитии соесейания на орошаемых землях Поволжья / А.Ш. Халимов, А.Н. Никишанов // Аграрный научный журнал (Вестник СГАУ им. Н.И. Вавилова). 2019. – №2. – С.13-18.
5. Коломієць С.С., Білоброва А.С. Ґрунт як термодинамічна система та обґрунтування поняття його гомеостазу / С.С. Коломієць, А.С. Білоброва // "SWorldJournal" : Міжнародний науковий періодичний журнал. Болгарія, 2020. – №6. – Част.2. – С.124-134