

## ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ АГРОТЕХНОЛОГИЯМИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ С УЧЕТОМ ИДЕАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПРОГРЕССИВНОЙ ЭВОЛЮЦИИ

Свентицкий И. И., Королев В. А.

*Государственное научное учреждение Всероссийский научно — исследовательский институт электрификации сельского хозяйства (г. Москва, Россия)*

*Идеальные свойства самоорганизующихся эволюционирующих природных систем - их самопроизвольная устремленность в развитии к экономности: энергетической, вещественной и информационной.*

**Постановка проблемы.** Создание машинных технологий производства сельскохозяйственной продукции на основе систем "точного" земледелия и животноводства признано генеральным направлением агроинженерных исследований в 21 веке [1]. Управление высокоэффективными агротехнологиями должно быть экологосовместимым и обеспечивать минимизацию негативных воздействий технологий на природу и на используемые ими ресурсы.

**Анализ последних исследований.** По современным представлениям эволюционистов и исследователей смежных отраслей знаний все этапы прогрессивной эволюции (физико-химический, биологический, социальный) имеют общую энергоэкономную направленность [2-3]. Системные исследования, проведенные с использованием закона выживания, принципа энергетической экстремальности самоорганизации и прогрессивной эволюции, выявили идеальную общую направленность прогрессивной эволюции природы. Развитие (индивидуальное, эволюционное) систем самоорганизующейся природы имеет самопроизвольную направленность к повышению энергетической эффективности (энергоэкономности) процессов и структур, снижению их вещественной емкости, экономному использованию информации. По мере усложнения структур и процессов развивающейся системы ее эволюционный процесс ускоряется.

**Цель статьи.** Предполагается изложить некоторые аспекты нового подхода к вопросам управления агротехнологиями и природопользованием с учетом идеальных свойств прогрессивной эволюции.

**Основные материалы исследования.** Аграрно-экологические и экологические природные системы являются сложными динамическими системами, надежный анализ их и управление ими принципиально затруднены. Для преодоления этой трудности используют идеализацию подобных систем, например, идеализацию сложных электроэнергетических систем в условиях решаемой задачи) того или иного явления, процесса или устройства [4]. Подобные идеализированные системы часто называют математическими моделями. Моделированию агроценозов, агроэкосистем и экосистем посвящено огромное количество исследований [3,5]. В большинстве случаев в этих исследованиях используют имитационные модели, для которых характерна очень низкая точность.

Анализ эколого-биологических моделей показал, что для надежного моделирования агроценозов и агроэкосистем необходимо использовать биотехноэнергетическую идеализацию. Целесообразность такого

подхода вытекает из теоретических представлений Б.И. Кудрина о техноценозах [6], а также из принципа "инженерного подобия", обоснованного экологами и используемого в функциональной экологии [7]. К такому выводу приводит и выявленная необходимость совместного анализа как преобразований техногенной энергии в агроэкосистемах, так и биоконверсии природной энергии организмами, используемыми в аграрном производстве [3,8]. В связи с переходом с 80-х г.г. XX столетия в промышленной энергетике от энтропийного анализа преобразований энергии к эксэргетическому в моделях технобиоэнергетической идеализации необходимо использовать эксэргетический анализ. Как известно, энтропийный анализ биоконверсии энергии организмами принципиально невозможен. Нами успешно разработан и применяется метод эксэргетического анализа преобразований энергии оптического излучения растениями в процессе фотосинтеза [3,8].

Понятие "ценоз" до недавнего времени считалось чисто биологическим термином. В последние десятилетия благодаря открытию в технике феноменального научного направления - технетики [6] в этой отрасли знаний стали, не без основания, применять понятие "техноценоз". Обобщением экспериментальных данных установлено [6], что историческое развитие технологий и техники имеет такую же непреднамеренную (неосознанную) энергоэффективную общую эволюционно-историческую направленность, как и эволюция живой природы, распределение различных технических изделий в цехах и более крупных образованиях технических изделий такое же, как и распределение различных видов организмов в биологических ценозах. Исходя из закона выживания, принципа энергетической экстремальности самоорганизации и прогрессивной эволюции следует, что дальнейшее развитие высокоинтенсивного растениеводства приведет к формированию научных основ оптимизации систем биотехноценозов, теории оптимального управления в АПК.

Главным процессом аграрного производства является энергетический процесс преобразования энергии солнечного излучения в химическую энергию сельскохозяйственной продукции – исходной продукции продовольствия и органического сырья. Главный энергетический вход в систему АПК – энергия солнечного излучения (97 – 98 %) и техногенная энергия (2 – 3 %). Главный энергопреобразующий процесс растениеводства и земледелия – фотосинтез растений и технологические процессы антропогенной состав-

ляющей агротехнологий. Основная, главная часть агротехнологий – природные самоорганизующиеся процессы растений, на повышение эффективности которых направлены антропогенные составляющие технологий, требующие затрат техногенной и мускульной энергии.

Начальной составляющей теории оптимального управления АПК должна быть биотехноэнергетическая модель на основе принципа подчинения синергетики [3]. Для удобства анализа сложной системы с многими параметрами и переменными, в ней выбирают в качестве "переменной порядка" ту из переменных, которая наиболее быстро изменяется и наиболее сильно влияет на основной процесс системы (переменная порядка), а остальные рассматривают в качестве параметров управления. В модели АПК в качестве переменной порядка принята величина притока к растениям той части энергии солнечного излучения, которая потенциально пригодна для фотосинтеза растений и формирования ими урожая – эксэргия солнечной энергии для растениеводства [3, 8].

По мнению ведущих исследователей по моделированию экологических и биологических объектов эта модель безальтернативна в рассматриваемой области. Важное ее преимущество – возможность неограниченного расширения количества учитываемых факторов (параметров, переменных) без изменения самой модели и надежности моделирования [3,8]. На основе этой модели впервые осуществлено количественное (аналитическое) взаимно согласованное определение ключевых агроэкологических величин: агроклиматического (биоклиматического) и мелиоративных потенциалов земельных угодий, их плодородия, а также продуктивности растений в заданных экологических условиях. Все эти величины выражены в одинаковых единицах свободной энергии - эксэргии солнечной энергии для растениеводства.

Эксэргия солнечной энергии использована в качестве исходной величины для количественного определения агроэкологических величин. Ее роль в земледелии, растениеводстве и экологии аналогична роли скорости света в теоретической физике [3]. Значение эксэргии солнечной энергии ограничивает максимальное значение как плодородия земельного угодья, так и потенциальной продуктивности растений (вида, сорта, гибрида) в заданных экологических условиях. Определение этой величины регламентировано отраслевыми стандартами [3,9-10], немецкими национальными нормами DIN [3] и т.д. В ГНУ ВИЭСХ разработан прибор для непосредственного измерения величины эксэргии излучения. Совместно с ВНИИ оптико-физических измерений Госстандарта РФ (ВНИИ-ОФИ) разработана первичная метрология измерения величины эксэргии излучения. ВНИИОФИ выдал ГНУ ВИЭСХ сертификат на прибор как на средство измерения и комплект устройств для градуировки и поверки прибора.

Важной составляющей теорий управления являются основные целевые функции управления. В компьютерной системе энерго-, ресурсосберегающей оптимизации эколого-совместимого производства отдельных видов продукции растениеводства, разработанной в ГНУ ВИЭСХ, основными целевыми функ-

циями приняты: минимизация техногенной энергоёмкости и материальных затрат на получение продукции, а также максимизация использования эксэргии излучения и других экологических условий земельных угодий. Реализация этих функций в системе осуществляется выбором оптимального сочетания элементов из трех групп множеств альтернативных для получения требуемой продукции: экологических условий земельных угодий; эколого-физиологических характеристик видов (сортов, гибридов) растений; зональных сортовых агротехнологий со средствами их осуществления. Для общих систем оптимального управления в АПК и природопользовании рассмотренных целевых функций, очевидно, недостаточно. Целевые функции этих систем оптимального управления в АПК должны также отражать упомянутые выше идеальные свойства прогрессивной эволюции самоорганизующейся природы. Они заслуживают более подробного рассмотрения. Благодаря самопроизвольной энергоэкономной направленности развития природных экосистем, их компонентов и биосферы в целом, были сформированы те природные ресурсы, которые потребляют АПК и другие природопользователи. В этой связи обратим внимание на прогностическую работу С. А. Подолинского "Труд человека и его отношение к распределению энергии" [3,11]. Труд в [11] понимается как "такая физическая и психическая работа, которая увеличивает содержание свободной энергии" на поверхности земли. Тем самым обращено внимание на необходимость учета не только труда человека, но и "труда" природы – созданного в процессе ее прогрессивной эволюции. Вторым историческим примером внимания к учету в производственной деятельности энергетики природы является предложение В.И. Вернадского "оценить все производительные силы страны в энергетических единицах" [12]. Вещественная экономность биологических систем широко известна в теоретической биологии как представление об их "оптимальной конструкции" [13]. Вещественно экономная структура появившаяся на определенном этапе эволюции переходит затем в структуры последующих этапов самоорганизующихся систем, как это показано в [14]. Многочисленные примеры подобия структур самоорганизующихся систем разных иерархических уровней (физико-химических, биологических, социальных), приведенные в [14], свидетельствуют не только об их энергетической и вещественной экономности, но также и об информационной экономности.

Информационная экономность самоорганизующихся систем наиболее ярко проявилась в структуре золотой пропорции, которая обнаружена в распределении энергии при взаимодействии элементарных частиц [15]. Затем, она перешла в кристаллы, потом, в биологические молекулы, организмы и социально-культурные явления (архитектуру, музыку, экономику) [15-16]. Золотая пропорция, также как и фрактальные структуры, содержащиеся в самоорганизующихся объектах, обладают красотой [16-17]. Благоприятное эстетическое восприятие самоорганизующихся объектов природы – их гармонию и красоту необходимо причислить к идеальным свойствам прогрессивной эволюции. Удивительным идеальным

свойством прогрессивной эволюции является ускорение процесса эволюции по мере усложнения эволюционирующей системы. Это свойство было обнаружено сопоставлением результатов расчета скорости эволюции по положениям дарвиновской теории (случайные мутации, их естественный отбор) с реальной скоростью эволюции [18]. Скорость последней оказалась на много порядков выше. Идеальные свойства прогрессивной эволюции природы могут показаться не правдоподобными, но реальность их подтверждают как теоретические, так и экспериментальные результаты исследований. Учет их в обосновании целевых функций оптимального управления в АПК и иных сферах природопользования представляется неизбежным. Общеизвестна математическая теория оптимального управления, которую разработал Л.С.Понтрягин, исходя из вариационного исчисления [19]. Создание вариационного исчисления было начато Л. Эйлером на основе принципа экстремального действия, обоснованного им развитием принципа наименьшего действия в форме Мопертюи [3]. Как показано в [3], закон выживания позволяет объяснить сущность феноменального принципа наименьшего действия и логически объединить его с другими феноменальными физико-химическими принципами (Ферма, Ле Шателье). Принцип энергетической экстремальности самоорганизации и прогрессивной эволюции по общей аналитической сущности тождествен принципам экстремального действия Эйлера [3].

**Выводы.** Связь общих принципов естествознания свидетельствует о возможности использования математической теории оптимального управления при создании теории оптимального управления в аграрно-промышленном комплексе и природопользовании.

#### Список использованных источников

1. Лачуга Ю. Ф. Точное земледелие и животноводство – генеральное направление развития сельскохозяйственного производства в 21 веке / Ю. Ф. Лачуга // Машинные технологии производства продукции в системе точного земледелия и животноводства. – М.: ГНУ ВИМ, 2005. – С.8-11.
2. Стребков Д. С. "Оборачивание метода" в энергетике и физике. / Д. С. Стребков // Наука: от методологии к онтологии. – М.: РАН Институт философии, 2009. – С. 98 – 122.
3. Свентицкий И. И. Энергосбережения в АПК и энергетическая экстремальность самоорганизации / И. И. Свентицкий – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2007. – 366 с.
4. Картвершвилли Н. А. Идеализация сложных динамических систем / Н. А. Картвершвилли, Ю. И. Галактионов – М.: Наука, 1976. – 272 с.
5. Свентицкий И. И. Классификация моделей биологического блока геосистем и их биоэнергетические аспекты / И. И. Свентицкий, И. И. Ткаченко // Исследования геосистем в целях мониторинга.– М.: АН СССР, 1981. – С.46-56.
6. Кудрин Б. И. Классика технических ценозов. Ценологические исследования / Б. И. Кудрин – М.: Наука, 2006. – Вып.31. – 220 с.
7. Керженцев А. С. Функциональная экология / А. С. Керженцев – М.: Наука. – 258 с.
8. Шевелуха В. С. Сельскохозяйственная биотехнология / В. С. Шевелуха – М.: Высшая школа, 2008. – 610 с.
9. Фотосинтетически эффективные источники излучения: ОСТ 60.689 27-74. – М.: Минэлектротехпром СССР, 1974.
10. Излучение оптическое. Оценка фотосинтетической эффективности. Термины и определения: ОСТ 46.140-83. – М.: Минсельхоза СССР, 1983.
11. Подолинский С. А. Труд человека и его отношение к распределению энергии / С. А. Подолинский – М.: Слово, 1880. – Т. IV-V. – С.135-211.
12. Вернадский В. И. О задачах в организации прикладной научной работы АН СССР / В. И. Вернадский – Л.: Изд. АН СССР, 1928.
13. Рашевский Н. Модели и математические принципы в биологии. / Рашевский Н. // Теоретическая и математическая биология. – М.: Мир, 1968. – С.48-66.
14. Лима-де-Фариа А. Эволюция без отбора / А. Лима-де-Фариа // Автоэволюция формы и функции. – М.: Мир, 1991.
15. Саврухин А. П. Природа элементарных частиц и золотое сечение / Саврухин А. П. – М.: Изд. Моск. гос. институт леса, 2004.
16. Цветков В. Д. Системная организация деятельности сердца млекопитающих / В. Д. Цветков– Пушино: ПНЦ РАН, 1993.
17. Пайтген Х. О. Красота фракталов / Х. О. Пайтген, П. Х. Рихтер // Образы комплексных динамических систем – М.: Мир, 1993. – 176 с.
18. Тарасов Е. К. Физические аспекты проблемы биологической эволюции / Е. К. Тарасов– М.: Изд. теор. и exper. физики, 1979.
19. Понтрягин Л. С. Теория управления движением / Л. С. Понтрягин, Р. В. Болтянский, Е. Ф. Гамкрелидзе и др. – И.: 1968.

#### Анотація

### ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ АГРОТЕХНОЛОГІЯМИ Й ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯМ З УРАХУВАННЯМ ІДЕАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОГРЕСИВНОЇ ЕВОЛЮЦІЇ

Свентицкий И. И., Корольов В. О.

*Ідеальні властивості самоорганізуючихся еволюціонуючих природних систем - їх мимовільна спрямованість у розвитку до ощадливості: енергетичної, речовинної та інформаційної.*

#### Abstract

### THE OPTIMUM MANAGEMENT AGRARIAN TECHNOLOGY AND USE OF THE NATURE WITH PROVISION FOR IDEAL CHARACTERISTIC OF THE PROGRESSIVE EVOLUTION

I. Sventickiy, V. Korolev

*The ideal characteristic self-organizing natural systems - their spontaneous aspiration in development to economy: energy, material and information.*