

МЕТОДОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫМ РЕЖИМОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГИДРОМЕЛИОРАЦИИ

Л.В. Кирейчева

ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, Москва, Россия

Мелиорации земель сельскохозяйственного назначения направлена на максимально возможное использование природно-ресурсного потенциала агроландшафта при соблюдении требований к его экологической безопасности. Известно, что биологическая продуктивность зависит от количества используемой солнечной энергии, влагообеспеченности территории, плодородия и свойств почвы, а также от того режима, который обеспечивает мелиоративная система. При проведении мелиорации происходит существенное изменение энергетического баланса агроландшафта. Увеличивается использование солнечной энергии в агроценозе на 3-6%, что вызывает повышение энергии почвообразования и энергии, аккумулированной в фитомассе растений за счет увеличения урожайности в 3-8 раз в зависимости от исходных условий, таким образом, повышается продукционный потенциал. Под влиянием антропогенной деятельности происходит трансформация естественных процессов в мелиорируемом природном объекте за счет использования материально-энергетических и информационных возможностей окружающей среды. В открытых системах (агроландшафтах) изменение энергии (dU) за время dt может быть обусловлено только обменом энергией с окружающей средой путем теплообмена и процессов, связанных с выполнением работы (dW) и обменом веществом ($dQ_{вещ}$). В этом случае полное изменение энергии открытой системы можно представить как [1]:

$$dU = dQ - dW + dQ_{вещ} \quad (1)$$

где dU - полная внутренняя энергия системы; dQ - поступление энергии в систему, dW - работа, производимая этой системой; $dQ_{вещ}$ - обмен веществом.

Модель обмена открытых систем с окружающей средой, в которой обмен осуществляется за счет дополнительного вклада из-за потока вещества, представлена на рисунке 1.

Поступающая в природную систему (агроландшафт) энергия накапливается в почвенном гумусе и фитомассе растений, обеспечивает кругооборот воды и питательных элементов, создает механизмы, поддерживающие устойчивость (буферность) системы и обеспечивает обмен со смежными системами. Часть энергии рассеивается. Чем меньше энергии рассеивается, тем более эффективно работает система. Применительно к мелиоративной деятельности основными компонентами энергетического потока являются: солнечная энергия, энергия почвообразования, энергия химических связей органического вещества зеленых растений, аккумулирующая солнечную энергию в процессе фотосинтеза, и энергия химических связей органического вещества почвы. Поэтому в качестве основного показателя для энергетической оценки мелиоративной деятельности нами предложен новый показатель – *турбулентная энергоотдача*,

представляющая собой разницу между радиационным балансом, энергией почвообразования и энергией, аккумулированной в продукции фитомассы [2]. [Технологии управления..., 2008]:

$$J = R - Q_{п} - БЭП_{г} - БЭП_{р}, \quad (2)$$

где J – турбулентная энергоотдача почвы и растительного слоя в окружающую среду, $\text{кДж}/\text{см}^2$; R – радиационный баланс, $\text{кДж}/\text{см}^2$; $Q_{п}$ – энергия почвообразования, $\text{кДж}/\text{см}^2$; $БЭП_{г}$ – энергия, аккумулированная в почвенном гумусе, $\text{кДж}/\text{см}^2$; $БЭП_{р}$ – аккумулированная энергия в продукции фитомассы, $\text{кДж}/\text{см}^2$.

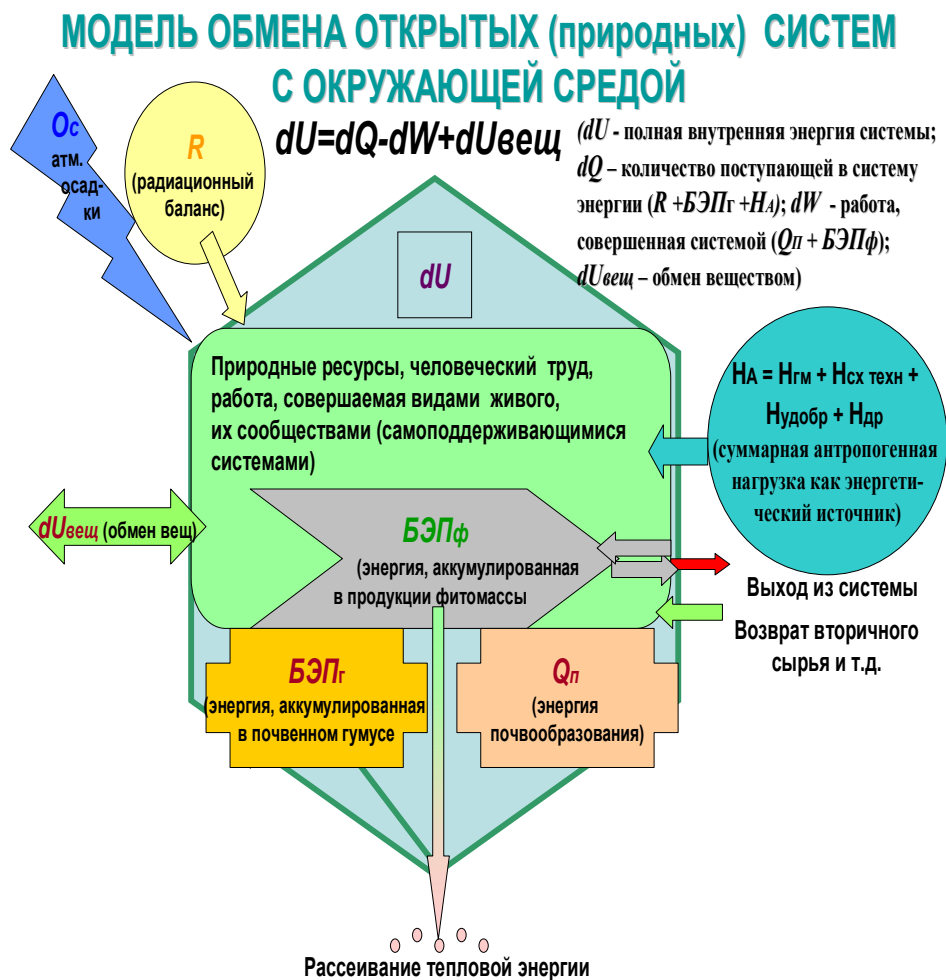


Рисунок 1- Модель обмена природной системы с окружающей средой (в соответствии с работой Одум Г., Одум Г. Энергетический базис человека и природы. М.: Прогресс, 1978)

Турбулентная энергоотдача почвы и растительного слоя в окружающую среду определяет эффективность использования поступающей солнечной энергии, т.е. по сути дела это то количество энергии, которое рассеивается. Выполненные для основных типов почв расчеты величины турбулентной энергоотдачи в естественных условиях и при проведении гидромелиораций показали, что добиться повышения продуктивности можно за счет уменьшения этой величины: в гумидной зоне – путем проведения осушительных, а в зоне

недостаточного увлажнения – развития оросительных мелиораций (табл. 1).

Из таблицы видно, что наибольшая эффективность гидромелиорации отмечается для регионов развития каштановых и бурых полупустынных почв. Для наиболее продуктивных почв – обыкновенных черноземов – энергоотдача в естественных условиях практически сбалансирована, что свидетельствует о большом энергетическом запасе и не требует проведения гидромелиораций в значительном объеме. Для обеспечения устойчивости земледелия необходимо, чтобы величина энергоотдачи при мелиоративном воздействии снижалась, по сравнению с исходным состоянием, т.е. эффективность использования поступающей солнечной энергии должна увеличиваться. Это возможно обеспечить управлением геологическим, биологическим и техногенным круговоротами воды и химических элементов, включая биогенные, что формирует необходимый мелиоративный режим для повышения продукционного потенциала.

Таблица 1 – Изменение турбулентной энергоотдачи почвы и растительного слоя в окружающую среду при мелиоративном воздействии

Тип почвы	Естественные условия				При проведении гидротехнических мелиораций			
	Радиационный баланс (R), кДж/см ²	Энергия почвообразования (Q), кДж/см ²	Биоэнергетический потенциал (БЭП), кДж/см ²	Энергоотдача (J), кДж/с м ²	Радиационный баланс (R), кДж/см ²	Энергия почвообразования (Q), кДж/см ²	Биоэнергетический потенциал (БЭП), кДж/см ²	Энергоотдача (J), кДж/с м ²
Дерново-подзолистая	120	84,06	0,04	35,91	112	78,85	0,33	32,87
Серая лесная	138	88,98	0,05	49,35	130	85,81	0,33	43,96
Чернозем выщелоченный	155	89,66	0,07	64,92	159	99,63	0,35	59,08
Чернозем обыкновенный	176	95,98	0,32	79,92	181	109,59	0,49	70,79
Чернозем южный	194	93,89	0,23	99,68	199	118,73	0,46	79,77
Каштановая	201	82,44	0,22	118,30	212	130,96	0,44	80,83
Бурая полупустынная	203	57,81	0,07	144,79	220	138,95	0,43	80,83

Известно, что вода и питательные вещества, определяющие регулирование основных факторов жизни растений, находятся в состоянии непрерывного круговорота, причем их направление совпадает, но скорости существенно различаются. Зольные и химические элементы принимают участие, как в биологическом, так и в техногенном круговоротах и оказывают существенное влияние на молекулярные процессы в почве. Учитывая, что почва имеет сложную организацию, где наряду с химическими реакциями значительную роль играют микробиологические процессы, управление мелиоративным режимом должно быть направлено на регулирование внутреннего влагооборота (биологического круговорота), обеспечивающего сбалансирование процессов накопления и минерализации органического вещества и приводящего к повышению плодородия почвы при удовлетворении потребности растений в воде и элементах питания. В условиях засушливого климата при дефиците влаги и обеспеченной аэрации в почве преобладают аэробные процессы разложения органического вещества, что требует проведения не только орошения, но и внесения значительного количества органического вещества, обеспечивающего гумусообразование.

Процессами превращения веществ управляют потоки энергии, поэтому представляется целесообразным перейти от вещественной к энергетической оценке почвенных процессов, определяющих мелиоративный режим почвы. В процессе производства растениеводческой продукции в агроэкоценозе увеличивается количество исходящей энергии и снижается количество энергии, возвращаемой в почву. Для решения проблемы устойчивого повышения плодородия необходимо не только повысить количество возвращаемой в почву энергии, но и сохранить установившееся соотношение энергетических потоков посредством управления мелиоративным режимом. Недостаток существующих методов заключается в том, что они не учитывают биохимической направленности процессов трансформации органического вещества в почве, в то время как минерализация и гумификация рассматриваются изначально как совокупность биохимических реакций. Поэтому, при планировании устойчивого повышения почвенного плодородия в процессе управления мелиоративным режимом целесообразно использовать энергетический критерий оценки, как почвенного гумуса, так и вносимых органических веществ.

Под управлением мелиоративным режимом понимается целенаправленное изменение его составляющих для достижения планируемого (нормативного) энергетического состояния почвы. Критерием благоприятности мелиоративного режима является приращение энергии (ΔG) в природном объекте в зависимости от природных и хозяйственных условий, представляющее собой необходимое количество энергетических ресурсов для обеспечения воспроизводства почвенного плодородия.

Задача управления мелиоративными режимами на сельскохозяйственных землях заключается в определении управляющих воздействий, которые формировали бы требуемое состояние почвы, обеспечивающее постоянную поддержку ее энергетического состояния и, как следствие, плодородия или его расширенное воспроизводство.

При этом энергетический режим почвы может быть:

- эволюционирующим, обеспечивающим расширенное воспроизводство почвенного плодородия;
- компенсационным, обеспечивающим нулевой энергетический баланс мелиорируемых почв в многолетнем плане;
- деградирующим, когда в многолетнем разрезе наблюдается устойчивая убыль энергетического потенциала почв, обуславливающая их истощение.

В настоящее время на мелиорированных землях России наблюдается отрицательный баланс питательных веществ в почве, и как следствие, снижение запасов гумуса в почве и развитие деградационных процессов.

В качестве основных показателей мелиоративного режима орошаемых земель можно рассматривать:

- величину влагообмена в почве, обеспечивающую благоприятный воздушный и водно-солевой режимы мелиорируемых почв. Влагосодержание и качество почвенного раствора являются лимитирующими факторами процессов роста и развития растений. Пределы регулирования почвенной влажности для различных сельскохозяйственных культур и почвенных условий устанавливаются на основе исследований на орошаемых землях:

- буферность почвы - это способность противодействовать изменению рН при подкислении или подщелачивании, а в широком смысле - это мера устойчивости почв к различным воздействиям. Определяется наличием илистой и коллоидной фракций и удельной поверхностью почвы;

- наличие необходимых питательных элементов и микроэлементов. Элементы минерального питания обеспечивают продукционный процесс развития сельскохозяйственных культур. Вместе с тем, систематическое внесение высоких доз минеральных удобрений усиливает минерализацию гумуса, а поступление в почву возрастающего количества органических остатков не компенсирует потерь гумуса;

- содержание гумуса - гумус выполняет роль аккумулятора и распределителя энергии в формировании потоков вещества и играет определяющую роль в формировании процессов физико-химической сорбции, емкости катионного обмена и водоудержания в почве и формирования качества почвенного раствора, непосредственно участвующего в питании растений;

- окислительно-восстановительный потенциал почв, содержание токсичных солей и содержание Na в ППК. Засоленность почвы определяется содержанием водно-растворимых солей в почве, отрицательно влияющих на развитие растений. Засоленными считаются почвы, содержащие более 0,1% массы почвы токсичных солей, или 0,25% всех солей (по плотному остатку для безгипсовых почв). Содержание солей определяет электропроводность почвы и почвенного раствора. Осолонцованность почв определяется концентрацией ионов натрия в почвенно-поглощающем комплексе (ППК), который характеризуется емкостью катионного обмена (ЕКО). Особенности поглощательной способности почв в значительной степени обусловлены составом ППК, составом и строением почвенных коллоидов.

При эксплуатации мелиоративных систем выделяют два уровня управления мелиоративным режимом – оперативный (сезонный) и многолетний.

Оперативный уровень предполагает возможность внутрисезонного

регулирования водного режима путем подачи оросительной воды; питательного режима за счет внесения биогенных элементов; содержания гумуса в почве за счет внесения органического вещества, солевого режима почвы в условиях вторичного засоления староорошаемых земель путем проведения влагозарядковых и промывных поливов; уровня грунтовых вод путем отвода дренажного стока; качество оросительной и сбросной воды.

Управление мелиоративным режимом в многолетнем режиме осуществляется по годовым или многолетним данным эколого-мелиоративного мониторинга и службы эксплуатации мелиоративных систем. Выбор и обоснование мелиоративных и экомелиоративных управляющих воздействий (мероприятий) осуществляется на основе прогноза водного, солевого, питательного режимов и динамики содержания гумуса в почве.

При управлении мелиоративным режимом большое значение должно отводиться оценке влияния глобального изменения климата, последствий природных аномалий и увеличивающейся антропогенной нагрузки на почвенный покров. Оценка наблюдаемых и ожидаемых изменений климата и их последствий, исходя из данных мониторинга и результатов научных исследований, является неотъемлемой составляющей информационной базы, которая необходима для прогнозирования водного, питательного и солевого режима при управлении мелиоративным режимом путем изменения диапазонов поддержания влажности почвы и внутреннего влагооборота.

Техногенное воздействие на сельскохозяйственные угодья достигло таких масштабов, что определяет необходимость учета при регулировании мелиоративного режима возможного загрязнения почв тяжелыми металлами и другими поллютантами с целью разработки агро-мелиоративных приемов повышения устойчивости агроэкосистем, оптимизации агроландшафтов и производства экологически безопасной продукции в современном техногенезе. Во ВНИИГиМ разработаны модели по прогнозированию водно-солевого режима орошаемых земель, динамики запасов гумуса в почве, миграции тяжелых металлов при техногенном загрязнении территории [3, 4,5].

Таким образом, новая методология управления мелиоративным режимом орошаемых земель, основанная на энергетическом подходе к оценке мелиоративной деятельности, позволяет создать необходимые условия для обеспечения высокой продуктивности и устойчивости орошаемых агроландшафтов.

Литература

1. И. Пригожин, Д. Кондепуди Современная термодинамика от тепловых двигателей до диссипативных структур. Пер. с англ.: М. Изд. Мир, 2009 461с.
2. Технология управления продуктивностью мелиорируемых агроландшафтов различных регионов Российской Федерации. Изд. Россельхозакадемии. М.,2008 81 с.
3. Л.М. Рекс, Л.В. Кирейчева, Ю.Я. Гольцов Модели прогнозирования водного, водно-солевого режима почв при орошении сельскохозяйственных культур В сб. Рациональное использование водных ресурсов и водосберегающие технологии в сельском хозяйстве. Изд. ВНИИА, 2010 86 с.
4. Кирейчева Л.В., Тиньгаев А.В. Прогнозирование запаса гумуса в почве при использовании биологических отходов в качестве удобрений. // Вестник российской академии наук №1, 2009.
5. Кирейчева Л.В., Тиньгаев А.В. Моделирование миграции тяжелых металлов в почве при

использовании органических отходов. // Природообустройство, 2009, №3.