



«ПРОБЛЕМНАЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПО
РАЗРАБОТКЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ СОВМЕСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ
ВОДНЫМ, СОЛЕВЫМ И ТЕПЛОВЫМ РЕЖИМАМИ МЕЛИОРИРУЕМЫХ
ЗЕМЕЛЬ»,
РГАУ - МСХА.

***Уравнение мелиоративного режима
биологического объекта для
обоснования необходимости
химической мелиорации***

Шабанов Виталий Владимирович д.т.н. *проф.*

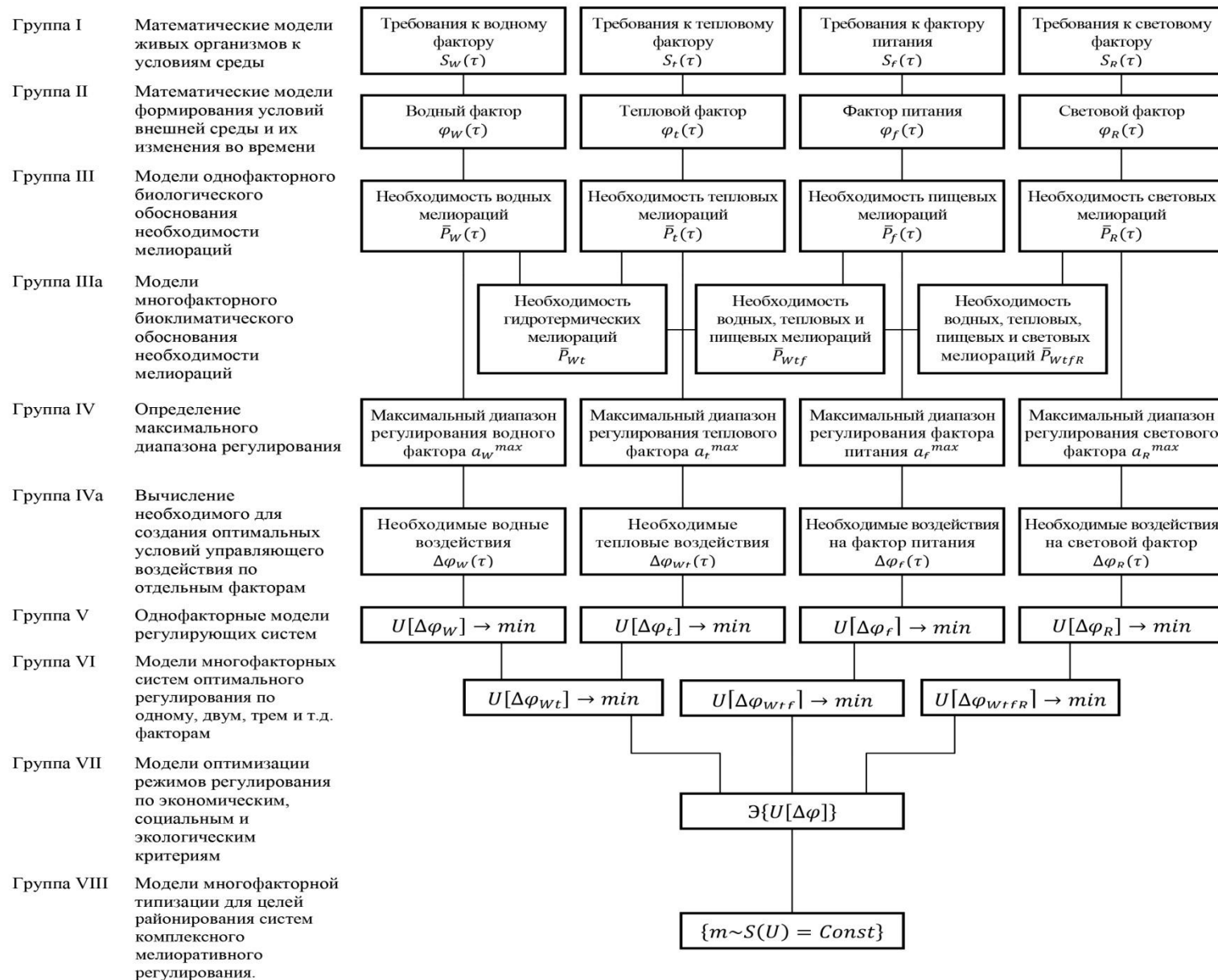
515vvsh@gmail.com

Солошенко А.Д. преподаватель-исследователь

Обоснование необходимости химической мелиорации

- Обосновать необходимость проведения мелиорации [<https://elib.timacad.ru/dl/full/f33.pdf/info>], в том числе и химической, означает найти количественный показатель потребности в ней, в данном районе (поле), т. е. *найти связь между мелиоративным режимом (требованиями культурных растений) (гл. 2) и существующими в данной зоне условиями внешней среды (гл. 3).*
- Если внешние условия (например кислотность почвы) неблагоприятны для произрастания растения, следует запроектировать систему мероприятий для регулирования условий внешней среды, при которой условия среды были бы доведены до оптимальных, т. е. таких условий, когда растение максимально растет, развивается и плодоносит.
- Несомненно, что в таком сложном и дорогостоящем деле, как проектирование и строительство систем комплексного мелиоративного регулирования, желательно иметь *объективные количественные показатели необходимости мелиорации*, показатели, отражающие многообразную связь между растением и внешней средой. Имея такие показатели, можно улучшить научное планирование мелиорации.
- Этими показателями могут быть: *вероятность оптимальных условий - P_{opt} , вероятность необходимости повышения рН - $P \uparrow$, вероятность необходимости понижения рН - $P \downarrow$)*
- *Тогда, вероятность необходимости химической мелиорации*
 - $P(ch) = P \uparrow + P \downarrow$ или $P(ch) = 1 - P_{opt}$
 - Эту процедуру можно показать на блок-схеме принятия решений

Блок-схема принятия решений при обосновании необходимости и эффективности комплексной (водной, химической, тепловой и др.) мелиорации



Мелиоративный режим химической мелиорации

- Понятие «мелиоративный режим», было введено академиком Айдаровым И.П. и профессором Головановым А.И. Они определили его следующим образом: *"Применительно к сельскохозяйственным землям мелиоративный режим - это совокупность требований к управляемым факторам почвообразования, роста растений и воздействий на окружающую среду, которые должна обеспечить система мелиоративных мероприятий для достижения поставленной цели"* [1].
- В дальнейшем, в качестве уравнения мелиоративного режима было предложено использовать универсальное уравнение «требований живых организмов к условиям внешней среды» [2].
- Для химической мелиорации, количественное описание мелиоративного режима чрезвычайно актуально. Это вызвано высокой вариабельностью химических свойств, в пространстве сельскохозяйственного поля. Предыдущими многолетними исследованиями установлено, что **влагозапасы**, на достаточно ровном поле, распределены по **нормальному закону распределения вероятностей** [3].
- **Химические параметры**, такие как кислотность почвы, содержание элементов питания, могут быть распределены по **логнормальному закону распределения вероятностей**. И при этом кривая распределение может быть ассиметрична относительно математического ожидания. Это чрезвычайно усложняет «выравнивание» регулируемого параметра по полю и приводит к необходимости «точного регулирования», что без точного определения мелиоративного режима, невозможно.

Предпосылки для вывода уравнения мелиоративного режима

Основные предпосылки

- Взаимодействие процессов созидания и распада в биологическом объекте
- Виды процессов:
 - степенная зависимость увеличения «скорости» биохимической реакции при увеличении фактора внешней среды — $y\uparrow = (x/x_{opt})^{(g \cdot x_{opt})}$
 - степенная зависимость увеличения «скорости» распада сложных биологических структур при увеличении концентрации или энергии (температуры) фактора внешней среды. $y\downarrow = (1 - x/1 - x_{opt})^{g(1 - x_{opt})}$
- Вид уравнения - мультипликативный — $Y = y\uparrow * y\downarrow$

Уравнение мелиоративного режима и его параметризация

Уравнение мелиоративного режима может быть записано в виде:

$$S = \left(\frac{\varphi}{\varphi_{opt}} \right)^{\gamma \varphi_{opt}} \left(\frac{\varphi_{max} - \varphi}{\varphi_{max} - \varphi_{opt}} \right)^{\gamma (\varphi_{max} - \varphi_{opt})}$$

Где,

S – относительная продуктивность, с-х культуры

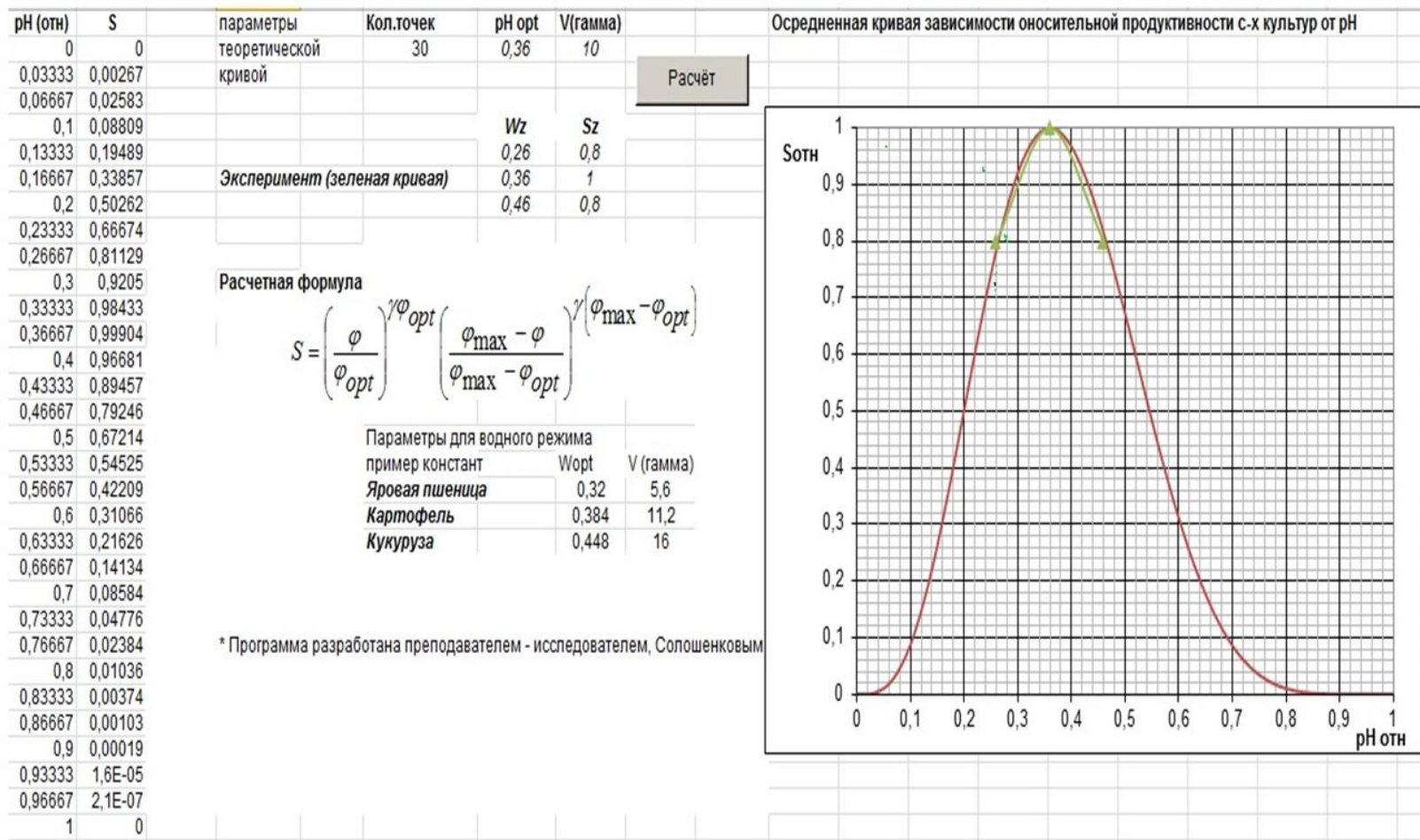
φ – относительная величина рН

φ_{max} – максимальная величина рН

φ_{opt} – оптимальная величина рН

γ – коэффициент саморегулирования.

Кривая мелиоративного режима (кривая фенотипа относительно рН)



Использование уравнения мелиоративного режима для подбора растений при фитомелиорации

- Одним из важных направлений использования уравнения мелиоративного режима является подбор растений для фитомелиорации в районах эндогенной дегазации водорода.
- Структура почв при фитомелиорации улучшается лишь в том случае, если в качестве фитомелиорантов используются растения, которым «комфортно» в неоптимальных по pH условиях, для других растений.
- В этом случае можно подобрать (для данных почв) растения, которые будут расти, давая урожай и «структурировать» почву, подготавливая ее для более разнообразного использования.
- Параметры уравнения могут быть найдены теоретически [4] или путём подбора коэффициентов в программе Excel. (предыдущий слайд)
- Следует отметить, что управление кислотностью почвы, достаточно сложный процесс, так как ширина диапазона регулирования невелика. Оптимальный диапазон может составлять не более 0,5 единицы кислотности (следующий слайд).
- Поэтому, приведённый способ оценки необходимой точности регулирования может быть использован на практике.
- Таким образом, предлагаемый метод оценки параметров мелиоративного режима представляется перспективным и может быть использован в точном земледелии и при точной мелиорации земель

Оптимальные значения кислотности (ширина диапазона саморегулирования Δ) для различных культур, которые могут использоваться для фитомелиорации территорий, подверженных водородной дегазации (ширина оптимального диапазона взята из [5], коэффициент саморегулирования γ рассчитан по методики Шабанова В.В.

культура	ΔpH	pH_{opt}/γ											
•1.арбуза, •2. дыни, •3. малины, •4 ежевики, •5.томата, •6.картофеля, •7.редиса, •8.кукурузы.	5,1 до 5,5	5,3/260	$S = \left(\frac{F_i}{F_{opt}}\right)^{\gamma F_{opt}} \cdot \left(\frac{1 - F_i}{1 - F_{opt}}\right)^{\gamma(1 - F_{opt})}$ Задайте значения: <table><tr><td>Si</td><td>0,8</td></tr><tr><td>F_{opt}</td><td>0,53</td></tr><tr><td>γ</td><td>260</td></tr></table> Результат расчета: <table><tr><td>Fi'</td><td>0,51</td></tr><tr><td>Fi''</td><td>0,55</td></tr></table> $F(Si)'$ $F(Si)''$ - Si $S(Fi)$ - F_{opt}	Si	0,8	F _{opt}	0,53	γ	260	Fi'	0,51	Fi''	0,55
Si	0,8												
F _{opt}	0,53												
γ	260												
Fi'	0,51												
Fi''	0,55												

культура	ΔpH	pH _{опт} /γ											
•1.семечковые •2. смородина черная, •3.жимолость, •4. земляника садовая, •5. морковь, •6. цветная капуста, •7. кольраби, •8. салат, •9.огурец	5,6-6,0	5,8 /260	$S = \left(\frac{F_i}{F_{\text{опт}}}\right)^{\gamma F_{\text{опт}}} \cdot \left(\frac{1 - F_i}{1 - F_{\text{опт}}}\right)^{\gamma (1 - F_{\text{опт}})}$ Задайте значения: <table><tr><td>Si</td><td>0,8</td></tr><tr><td>F_{опт}</td><td>0,58</td></tr><tr><td>γ</td><td>260</td></tr></table> Результат расчета: <table><tr><td>Fi'</td><td>0,56</td></tr><tr><td>Fi''</td><td>0,6</td></tr></table>	Si	0,8	F _{опт}	0,58	γ	260	Fi'	0,56	Fi''	0,6
Si	0,8												
F _{опт}	0,58												
γ	260												
Fi'	0,56												
Fi''	0,6												

Культура	ΔpH	pH_{opt}/γ											
•1.смородина красная, •2.косточковые культуры, •3.облепиха и 4. крыжовник. •5. болгарский перец, •6. столовая свекла, •7. капуста кочанная, •8.тыквенные •9. баклажаны, •10. чеснок, •11. лук, •12. бобовые культуры, •13. корневой сельдерей.	6,0-7,5	6,75/16	$S = \left(\frac{F_i}{F_{opt}}\right)^{\gamma F_{opt}} \cdot \left(\frac{1-F_i}{1-F_{opt}}\right)^{\gamma(1-F_{opt})}$ Задайте значения: <table><tr><td>S_i</td><td>0,8</td></tr><tr><td>F_{opt}</td><td>0,675</td></tr><tr><td>γ</td><td>16</td></tr></table> Результат расчета: <table><tr><td>F_i'</td><td>0,6</td></tr><tr><td>F_i''</td><td>0,75</td></tr></table>	S_i	0,8	F_{opt}	0,675	γ	16	F_i'	0,6	F_i''	0,75
S_i	0,8												
F_{opt}	0,675												
γ	16												
F_i'	0,6												
F_i''	0,75												

Актуальность таких расчетов можно показать на примере обоснования необходимости мелиорации земель подверженных эндогенной дегазации водорода, когда существенно меняется рН почвы.

Анализ приведённых кривых показывает, что в случае управления химическим режимом почв в районах эндогенной дегазации водорода, можно столкнуться со следующими трудностями:

1. При подборе растений для фитомелиорации следует учитывать, что количество растений в группах различно : растений произрастающих на кислых почвах – 8, на нейтральных - 9, на щелочных - 13. Это сужает выбор фитомелиорантов для территорий с различными климатическими условиями;
 2. Кривые продуктивности для 1 и 2 группы имеют узкий диапазон саморегулирования 0,4 ед. рН ($\gamma=260$), поэтому при использовании этих групп растений для фитомелиорации, необходимо очень точное мелиоративное регулирование.
 3. Растения «щелочной» группы имеют более широкий диапазон саморегулирования ($\gamma=16$), поэтому системы более устойчивы, но и в этом случае, диапазон регулирования составляет всего лишь 1,5 ед. рН. Это даёт возможность использовать современные мелиоративные технологии и технику, но только в рамках систем точного земледелия.
- Аналогичные кривые могут быть построены не только для зависимости конечной продуктивности от фактора внешней среды, но и для процессов протекающих внутри биологических объектов. Например, зависимость «усвоения» питательных веществ (NPK), от величины рН.
4. Предлагаемая методология использовалась в многолетних экспериментах «Проблемной лаборатории РГАУ», на кафедре Мелиорации ИМВХиС (проф. Пчелкин В.В.) и др. для получения уравнений мелиоративного режима по водному и тепловому факторам.
 5. Представляется , что в перспективе данная методология может быть использована для фенотипирования различных биологических объектов и систем.

Список литературы

1. МЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ: Учебник / ред. : А. И. Голованов , Н. М. Щербакова; рец.: Е. В. Кузнецов, А.В. Шуравилин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2011. — 824 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование). — Режим доступа : http://elib.timacad.ru/dl/full/s09102024MZ_Shabanov.pdf. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:http://elib.timacad.ru/dl/full/s09102024MZ_Shabanov.pdf>.
2. Биоклиматическое обоснование мелиораций. В. В. Шабанов. — Электрон. текстовые дан. — Ленинград: Гидрометеиздат, 1973. — 169 с. — Коллекция: Монографии. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/full/f33.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <<https://elib.timacad.ru/dl/full/f33.pdf/view>>.
3. Влагообеспеченность яровой пшеницы и ее расчет: монография / В. В. Шабанов. — Электрон. текстовые дан. — Ленинград: Гидрометеиздат, 1981. — 145 с. — Коллекция: Монографии. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/full/f42.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/full/f42.pdf>>.
4. УДК 631.6 DOI: 10.37738/VNIIGIM.2024.46.25.014 ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ УРАВНЕНИЯ МЕЛИОРАТИВНОГО РЕЖИМА В.В. Шабанов, с 83-89/
https://www.vniigim.ru/download/library/2024/SBORNIK_100_optimized.pdf
5. Таблица оптимальной кислотности (pH) почвы для различных культурных растений. Ссылка (<https://my-fasenda.ru/garden/kislotnost-pochvy-dlya-rastenij-tablicy/>)

Спасибо за внимание

515vvsh@gmail.ru