

Научная статья

Original article

УДК 631.6

DOI:10.24412/2588-0209-2022-10454

**ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РИСОВОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

**ISSUES OF INCREASING ENVIRONMENTAL SECURITY
FUNCTIONING OF THE RICE IRRIGATION SYSTEM**



Приходько Игорь Александрович, кандидат технических наук, доцент, заместитель декана по учебной работе факультета «Гидромелиорации» доцент кафедры Строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», (350011, Краснодар, ул. Димитрова 3/1, кв. 248) тел. +7(909)4525133, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, prihodkoigor2012@yandex.ru

Степанов Виктор Иванович, кандидат педагогических наук, профессор, ректор, заведующий кафедрой общих гуманитарных и социально-экономических дисциплин, Негосударственное частное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский экономико-юридический институт» (656015, Барнаул, ул. С. Республик 44, кв. 56) тел. +7 (903)9479486, <http://orcid.org/0000-0002-8334-1251>, rector@aeli.altai.ru

Prihodko Igor Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy Dean for Academic Affairs of the Faculty of Hydromelioration, Associate Professor of the Department of Construction and Operation of Water Management Facilities, FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina», (350011, Krasnodar, 3/1 Dimitrov st., Apt. 248) tel. +7 (909) 4525133, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>

[0434, prihodkoigor2012@yandex.ru](mailto:0434_prihodkoigor2012@yandex.ru)

Stepanov Victor Ivanovich, Candidate of Pedagogical Sciences, Professor, Rector, Head of the Department of General Humanitarian and Socio-economic Disciplines, Non-state Private Educational Institution of Higher Education «Altai Institute of Economics and Law» (656015, Barnaul, st. S. Respubliki 44, apt. 56) tel. +7 (903) 947-94-86, <http://orcid.org/0000-0002-8334-1251>, rector@aeli.altai.ru

Аннотация

Рисовая оросительная система (РОС) предназначена для орошения риса и сопутствующих культур севооборота. РОС состоит из каналов оросительной и водоотводной сети, поливных карт (разделённых на чеки валиками), сооружений (водозаборов, насосных станций, отстойников). После посева риса поле затапливается слоем воды. Высота слоя регулируется во время вегетации. Перед уборкой оставшуюся в чеке воду сбрасывают. Изменение естественного водного и солевого режимов земель приводит с одной стороны – к увеличению биологической продуктивности почв, с другой – к нарушению гидрохимического равновесия почвенных растворов и увеличению влаго- и солеобмена между почвенными и грунтовыми водами. Роль этих процессов в формировании мелиоративных условий различна: с одной стороны, они способствуют повышению плодородия почв, с другой стороны могут привести к ухудшению основных свойств почв в результате вторичного засоления, осолонцевания или увеличения кислотности. Важным фактором воздействия на окружающую среду являются фильтрационные потери из магистральных и распределительных каналах. Величина этих потерь в значительной степени определяет негативные изменения мелиоративно-гидрогеологической обстановки (подтопление земель, загрязнение грунтовых вод). Для решения проблемы повышения экологической безопасности функционирования РОС нового поколения необходимо выявить основные факторы и оценить их роль при различных сценариях воздействия на окружающую среду. Численные значения критериев существенно зависят от климатических характеристик. В статье авторы рассматривают производство сельскохозяйственной продукции в хозяйстве как многоуровневую систему, на каждом уровне которой находятся те или иные ресурсы, ранжированные математической моделью по степени важности их

применения и по времени, и по месту их использования.

Summary

The Rice Irrigation System (RIS) is designed to irrigate rice and related crops in a crop rotation. RIS consists of irrigation and drainage canals, irrigation maps (divided into checks by rollers), structures (water intakes, pumping stations, sedimentation tanks). After sowing rice, the field is flooded with a layer of water. The layer height is adjustable during the growing season. Before cleaning, the water remaining in the check is discarded. A change in the natural water and salt regimes of lands leads, on the one hand, to an increase in the biological productivity of soils, on the other, to a violation of the hydrochemical equilibrium of soil solutions and an increase in moisture and salt exchange between soil and groundwater. The role of these processes in the formation of reclamation conditions is different: on the one hand, they contribute to an increase in soil fertility, on the other hand, they can lead to a deterioration in the basic properties of soils as a result of secondary salinization, alkalization or an increase in acidity. An important factor of environmental impact is filtration losses from main and distribution canals. The magnitude of these losses largely determines the negative changes in the reclamation and hydrogeological situation (flooding of lands, pollution of groundwater). To solve the problem of improving the ecological safety of the functioning of a new generation RIS, it is necessary to identify the main factors and assess their role in various scenarios of environmental impact. The numerical values of the criteria significantly depend on the climatic characteristics. In the article, the authors consider the production of agricultural products in the economy as a multi-level system, at each level of which there are certain resources, ranked by a mathematical model according to the degree of importance of their use and in time and place of their use.

Ключевые слова: рисовая оросительная система, мелиорация, водный, солевой режим орошаемых земель.

Keywords: rice irrigation system, land reclamation, water, salt regime of irrigated lands.

Введение

При эксплуатации РОС отмечается масштабное воздействие на окружающую среду. Это воздействие обусловлено инерционностью всего сельскохозяйственного сектора России, зависящей от многих факторов, основными из которых являются

огромная площадь и пестрота земель сельскохозяйственного назначения, разнообразие природно-климатических и почвенно-мелиоративных условий, обеспеченность техническими и материальными ресурсами. Для учета всех факторов необходимо иметь длительный ряд данных мониторинга по вышеперечисленным факторам. Однако с масштабностью поставленной задачи даже в границах отдельно взятого хозяйства это очень сложно сделать без автоматической информационной системы и/или системы поддержки принятия решений (СППР). «Ядром» данных систем является решение оптимизационной задачи (составленной цели), то есть целевой функции. В наших исследованиях целевой функцией является повышение рентабельности производства сельскохозяйственной продукции путем снижения себестоимости ее производства за счет снижения стоимости намечаемого мероприятия.

Материалы и методы

К ведущим показателям гидрогеологического мелиоративного состояния земель относятся глубина грунтовых вод и их минерализация [1]. Грунтовые воды являются чувствительными индикаторами на все антропогенные воздействия, осуществляемые на мелиорируемых территориях. Накопление солей в зоне аэрации можно регулировать величиной водоподачи и интенсивностью дренажного стока [2]. Следовательно, уровень грунтовых вод можно рассматривать как функцию этих двух факторов, которые, в свою очередь, определяются затратами на строительство и эксплуатацию оросительной и коллекторно-дренажной сетей, наличием водных ресурсов.

Обоснование оптимальных вариантов требует новых теоретических исследований и разработки инновационных проектов, базирующихся на результатах математического моделирования исследуемых процессов [3].

Благополучие государства напрямую зависит от продовольственной безопасности. Понятие продовольственной безопасности настолько широкое, что не имеет определенного, стандартного определения. Множество факторов и показателей влияют на стабильность продовольственной безопасности в стране, главная смысловая нагрузка которого заключается в доступности в достаточном по количеству и качеству пище каждому жителю страны. Поэтому главными целями проводимой в России

экономической и аграрной политики является обеспечение оптимально-сбалансированных решений по реализации наращивания объемов сельскохозяйственной продукции, отвечающей всем отечественным и зарубежным требованиям к ее качеству. То есть, другими словами, продовольственная безопасность – это основной вектор развития страны и ее благополучия и процесс ее совершенствования длится на протяжении всего времени существования государства. Безусловно в результате развития научно-технического прогресса меняются способы и методы достижения целей аграрной и экономической политики страны.

Существующие на сегодняшний день мировые проблемы сокращения объемов пресной воды и сельскохозяйственных земель обостряют проблему по реализации целей экономической и аграрной политики [4]. Сокращение ресурсов пресной воды в большинстве своем происходит за счет слабо контролируемого, а порой и вовсе не контролируемого сброса сточных вод не только в открытые и не редко в подземные источники. Сюда же нужно отнести изношенность или полное отсутствие очистных сооружений, что в совокупности приводит к стремительному сокращению объёмов пригодной для жизни человека и животного растительного мира. Особенно следует выделить проблему сокращения площадей, пригодных для сельскохозяйственного производства, заключающуюся не только с переводом этих земель в земли населенных пунктов из-за ежегодного демографического роста населения, но и ухудшения их плодородия.

Материал и методы.

Проблема снижения агресурсного потенциала почв необходимо рассматривать как отдельную проблему, решение которой надо разбивать на несколько кластеров (мелиоративный, природно-климатический, технологический, экономический и экологический). Каждому кластеру соответствует ряд признаков, показателей и критериев, которые можно ранжировать по степени влияния на мелиоративное состояние почв и получаемый урожай. Здесь следует подчеркнуть, что кластеры не могут рассматриваться отдельно друг от друга, должны учитываться их взаимосвязи, которые в свою очередь, тоже должны быть ранжированы в зависимости от различных комплексно оцененных и ранжированных между собой кластерами по степени их влияния на прогнозируемый урожай без снижения мелиоративного состояния почв.

Проблемы могут быть решены путем создания математических моделей с многоуровневым алгоритмом и использованием многолетнего непрерывного мониторинга по всем факторам, признакам, показателям и критериям кластеров. При этом адекватность таких моделей будет зависеть не только от количества лет наблюдений, но и от того, насколько качественным и обширным будет перечень наблюдаемых факторов, признаков, показателей и используемых критериев при обработке полученных данных мониторинга.

Следовательно, программа поддержания продовольственной безопасности – в первую очередь это комплекс мер, состоящих из системных, математически обоснованных моделей, целевыми функциями которых является учет наибольшего количества факторов, признаков, показателей и критериев, влияющих на стабильность производства продукции. Под стабильностью производства сельскохозяйственной продукции понимается многоуровневая система по производству, переработке, хранению, распределению и торговле (в том числе и внешней) сельскохозяйственной продукцией. Стабильность производства сельскохозяйственной продукции прямо пропорционально зависит не только от степени использования регионом или/и хозяйством передовых технологий (оптимальные севообороты совместно с эколого-адаптивной технологией обработки полей культур севооборота, селекционных достижений, применение современных минеральных и органических удобрений, использование передовых гербицидов, пестицидов и других агрохимикатов), технического оснащения современной отечественной и/или зарубежной сельскохозяйственной техникой, но и от степени оптимизации использования в хозяйствах имеющихся ресурсов.

Рассмотрим оптимизацию имеющихся в хозяйстве ресурсов более подробно. Имея, к примеру, карту мелиоративного состояния почв участка, модель, в соответствии с ее целевой функцией – получение максимальных урожаев без снижения плодородия почвы и с минимальными итоговыми затратами – должна учитывать перераспределение имеющихся ресурсов (энергетических, трудовых, экономических, технико-технологических) с целью получения запрограммированных урожаев.

Следовательно, задача принятия решения о наиболее эффективном управляющем воздействии актуальна.

Управление РОС предполагает создание соответствующей количественной модели. Эта модель должна всесторонне и комплексно учитывать, каким образом по силе и направленности факторы внешней среды и управляющие воздействия различных видов влияют на урожайность риса.

В качестве количественной меры взаимосвязи факторов и будущих состояний объекта управления использовано количество информации. Различные классические выражения информации – Хартли, Шеннона и Харкевича – учитывают различные аспекты информационного моделирования объектов. На рисунке 1 [1] представлено графическое изображение в форме семантической сети матрицы сходства классов. Учтены только отношения сходства и различия с силой связи $> 20\%$. Красный цвет соответствует – сходству, а синий – различию. Толщина линии связи учитывает уровень сходства.

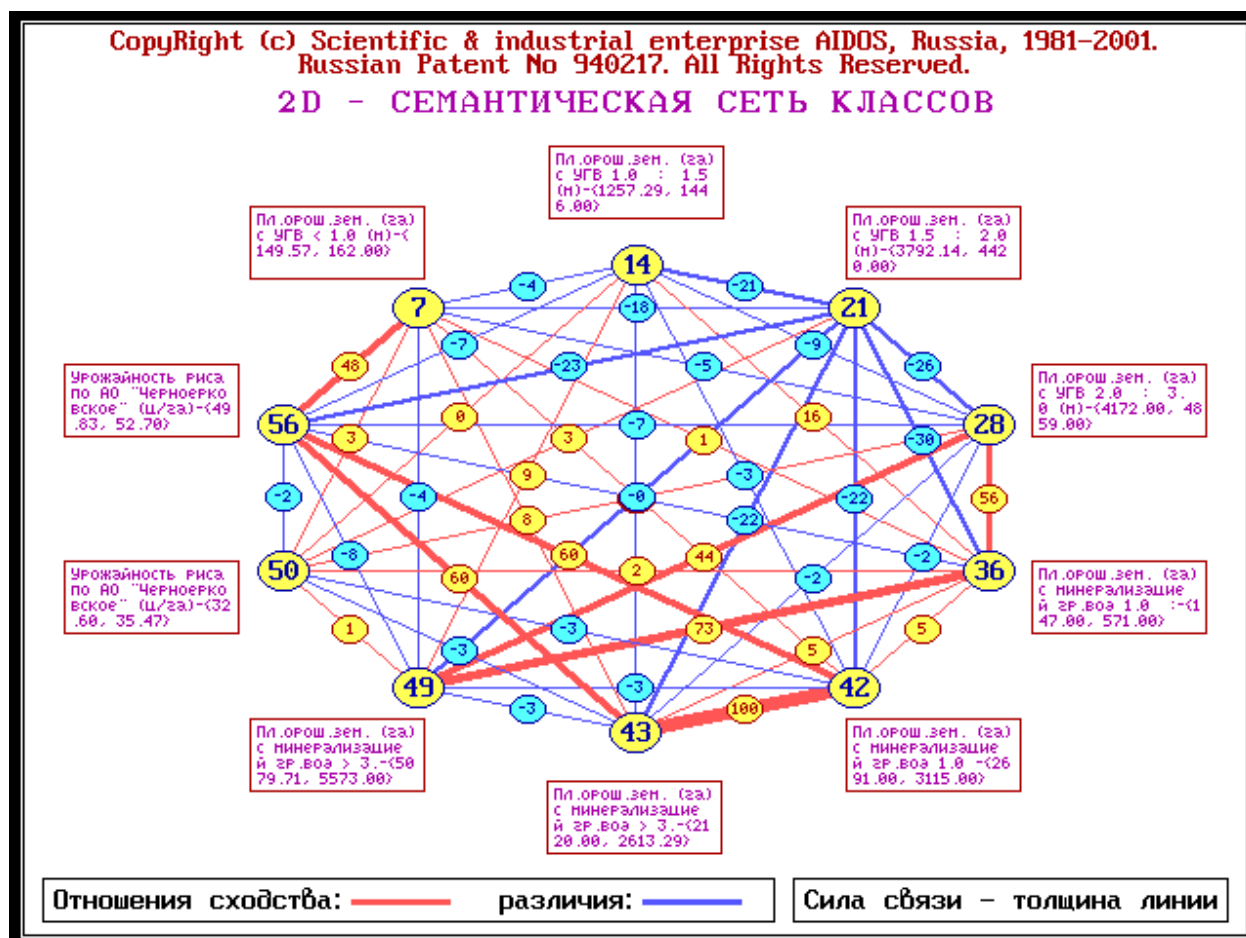


Рисунок 1 – Графическое отображение результатов анализа в форме семантической сети

Из рисунка 1 видно, что максимальные площади орошаемых земель с высокой

минерализацией – более 3 г/л (код 49) находятся в отношении сходства с большими площадями с УГВ от 2-х до 3-х м (код 28)

Заключение.

Современная рисовая оросительная система должна создать условия для высоких темпов весенних посевных и осенних уборочных работ, выполнения их с высоким уровнем качества, поддерживать в почве в течение всего года благоприятные водно-воздушный, тепловой и солевой режимы для восстановления ее плодородия в межполивной период и получение высоких показателей урожаев риса и сопутствующих культур рисового севооборота в поливной период.

Результаты предложенной модели могут быть использованы для сравнительного анализа различных вариантов природоохранных мероприятий, для определения очередности осуществления мероприятий, своевременной разработки мероприятий по недопустимому ухудшению почвенно-мелиоративного состояния орошаемых земель.

Литература

1. Сафронова Т.И., Охрана земель в управлении мелиоративным состоянием рисовой оросительной системы: диссертация доктора технических наук: 06.01.02. – Краснодар, 2006. – 347 с.
2. Приходько И.А., Управление мелиоративным состоянием почв для экологической безопасности рисовой оросительной системы: автореферат кандидата технических наук: 06.01.02. – Краснодар, 2008 – 165 с.
3. Сафронова Т.И., Приходько И.А., Математическая модель режима функционирования рисовой оросительной системы на примере рисовых полей Кубани. International Agricultural Journal. 2020. Т. 63. № 2. С. 30.
4. Кузнецов Е.В., Чеботарев М.И., Приходько И.А. Оценка эффективности севооборотов на существующих и восстановленных рисовых полях для разработки сбалансированной рисовой оросительной системы. Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2011. № 28. С. 149-152.

Literatura

1. Safronova T.I., Okhrana zemel' v upravlenii meliorativnym sostoyaniem risovoi

orositel'noi sistemy: dissertatsiya doktora tekhnicheskikh nauk: 06.01.02. – Krasnodar, 2006. – 347 s.

2. Prikhod'ko I.A., Upravlenie meliorativnym sostoyaniem pochv dlya ehkologicheskoi bezopasnosti risovoi orositel'noi sistemy: avtoreferat kandidata tekhnicheskikh nauk: 06.01.02. – Krasnodar, 2008 – 165 s.

3. Safronova T.I., Prikhod'ko I.A., Matematicheskaya model' rezhima funktsionirovaniya risovoi orositel'noi sistemy na primere risovykh polei Kubani. International Agricultural Journal. 2020. T. 63. № 2. S. 30.

4. Kuznetsov E.V., Chebotarev M.I., Prikhod'ko I.A. Otsenka ehffektivnosti sevooborotov na sushchestvuyushchikh i vosstanovlennykh risovykh polyakh dlya razrabotki sbalansirovannoi risovoi orositel'noi sistemy. Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 28. S. 149-152.

© Приходько И.А., Степанов В.И., 2022. *International agricultural journal*, 2022, № 1, 57-65.

Для цитирования: Приходько И.А., Степанов В.И. ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РИСОВОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ// *International agricultural journal*. 2022. № 1, 57-65.