

для Московской области [7]. Табл. 4 и результаты экспериментальных исследований показывают, что оросительные нормы среднего года составляют 105 мм, следовательно, они не превышают предельных значений и являются допустимыми.

Выводы

Разработанные режимы орошения вико-овсяной смеси могут быть рекомендованы для использования их при проектировании и эксплуатации оросительных систем на дерново-подзолистых почвах водоразделов Московской области.

1. Пчелкин В. В. Обоснование мелиоративного режима осушаемых пойменных земель. – М.: КолосС, 2003. – 253 с.

2. Пчелкин В. В., Шильников Д. С. Водопотребление вико-овсяной смеси при дождевании дерново-подзолистых почв на водоразделах // Природообустройство. – 2012. – № 3. – С. 27–30.

3. Голованов А. И. Оптимизация режимов орошения черноземов // Почвоведение. – № 6. – 1993. – С. 79–84.

4. Орошаемые пастбища и сенокосы в Нечерноземье / Б. И. Коротков [и др.] – М.: Россельхозиздат, 1984. – С. 21–28, 7, 76–77.

5. Рекомендации по режиму орошения сельскохозяйственных культур в Московской области. – Коломна: ВНПО «Радуга», 1982. – 20 с.

6. Рекомендации по расчету параметров режима осушения и увлажнения сельскохозяйственных земель. – Л.: СевНИИГиМ, 1981. – С. 54–64.

7. Айдаров И. П., Голованов А. И., Никольский Ю. Н. Оптимизация мелиоративных режимов и осушаемых сельскохозяйственных земель. – М.: Агропромиздат, 1990. – 58 с.

Материал поступил в редакцию 11.02.13.

Пчелкин Виктор Владимирович, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Мелиорация и рекультивации земель»

E-mail: vpchelkin@cln.ru

Шильников Дмитрий Сергеевич, аспирант

Тел. 8 (499) 153-96-28

УДК 502/504:626.8:330.322

Н. В. АРЕФЬЕВ, В. Л. БАДЕНКО, Ю. В. ВОЛКОВА, В. В. ТЕРЛЕЕВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»

ПЛАНИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВО И РЕКОНСТРУКЦИЮ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

Представлена методика для планирования инвестиций в строительство и реконструкцию мелиоративных систем, находящихся в неудовлетворительном состоянии. Рассмотрена проблема многокритериальной оценки участков мелиорации. Представлены результаты апробации методики на примере участков мелиорации в окрестностях Санкт-Петербурга.

Мелиоративные системы, комплексная оценка, планирование инвестиций.

There is given a methodology for planning investments into building and reconstruction of reclamation systems being in the unsatisfactory state. There is considered a problem of multi-criterion assessment of reclamation areas. The results of the methodology approbation are given by the example of reclamation plots in the suburbs of Saint-Petersburg.

Reclamation systems, integrated assessment, planning of investments.

Как показывают данные, опубликованные ООН, в декабре 2010 года индекс цен на пищевые продукты в мире достиг самой высокой отметки за последние 20 лет и составил 215 пунктов [1]. Существу-

ющий рост населения требует удвоения производства продовольствия в ближайшие 25 лет. Кроме того, возможен новый экономический кризис, а это в первую очередь приведет к повышению мировых

цен на продовольственные продукты [2].

В этой связи эффективность инвестиций в производство продуктов питания возрастает. Тенденции в изменениях климата таковы, что сложные природные условия, в которых осуществляется отечественное сельскохозяйственное производство, будут изменяться в относительно более благоприятную сторону [3]. Северо-Западный регион является зоной избыточного увлажнения, поэтому осушительные мелиоративные системы обеспечивают повышение плодородия почв и формирование эффективной региональной структуры использования земельных ресурсов [4, 5]. Показатели урожайности, производительности труда и эффективности землепользования на мелиорированных участках в 2–4 раза выше, чем на немелиорированных угодьях [6]. Однако в настоящее время, например в Ленинградской области, в неудовлетворительном мелиоративном состоянии находится 108,9 тыс. га осушаемых земель, а фактический износ мелиоративных систем составляет 70 % [7]. Именно с такими землями и связаны основные перспективы роста производства сельскохозяйственной продукции, так как земли с мелиоративными системами, которые находятся в удовлетворительном состоянии, обычно принадлежат эффективным землепользователям на правах собственности и имеют достаточно высокую стоимость. Рассмотрим перспективы возвращения земель с мелиоративными системами, находящимися в неудовлетворительном состоянии, в сельскохозяйственный оборот. Реновация мелиорированных угодий требует проведения большого объема проектно-изыскательских и строительных работ, а такая задача традиционно формулируется как обоснование экономической целесообразности инвестиций.

При постановке задачи следует учитывать, что в процессе строительства мелиоративных объектов формируется природно-техническая система (ПТС), охватывающая территории площадью в сотни и тысячи гектаров, включая населенные пункты и объекты инженерной инфраструктуры. На территории ПТС и в зоне ее влияния функционируют антропогенные экосистемы, устойчивое развитие которых, например на осушенных землях, обеспечивается только при активном и постоянном участии человека. Поэтому

при обосновании инвестиций существенное внимание должно уделяться не только экономическим и технологическим критериям, но экологическим и социальным. Так, с позиций только технико-экономических расчетов «затраты – срок окупаемости» инвестиции могут быть неэффективными. Однако, если по социальному и экологическому критериям инвестиции окажутся эффективными, то это позволит привлечь финансовые ресурсы федеральных и региональных фондов развития территорий, что существенно улучшит инвестиционную привлекательность проекта реновации в целом. Среди факторов, определяющих социальный критерий эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем, можно выделить перспективу создания новых рабочих мест и поддержку традиционного сельского уклада жизни. Итак, в расширенной постановке задача является многокритериальной и формулируется следующим образом: разработать методику выбора участка из общего фонда мелиорированных земель, реновация которого позволит получить наибольший комплексный социально-эколого-экономический эффект.

Исторический аспект рассматриваемой проблемы таков. При реорганизации колхозов и совхозов полномочия работников этих хозяйств по отношению к земельному имуществу были оформлены в виде земельных долей (паев), но мелиоративные объекты не считались имуществом хозяйств, и их стоимость не могла быть поделенной. Приватизация водохозяйственных и мелиоративных систем, созданных ранее за счет бюджетных средств, запрещалась действующим законодательством. Земельные доли на мелиорированных землях были переданы физическим и юридическим лицам без указания балансовой стоимости находящихся на них мелиоративных фондов. Собственником этих фондов формально оставалось государство, однако фактически они оказались бесхозными. В результате разделения ранее единого мелиоративного комплекса была нарушена его технологическая и организационная целостность. При этом в наибольшей степени деградировала его самая дорогостоящая часть – внутривладельческая сеть. Положение усугубилось тем, что не были четко разграничены права собственности на

мелиоративные системы между федеральным центром и регионами. Землепользователи в силу своего экономического положения вынуждены были отказываться от права собственности на мелиоративные объекты, чтобы снять с себя обязанности по их эксплуатации и ремонту [2, 4, 7]. Вместе с тем, следует отметить, что некоторые землепользователи Ленинградской области уже выкупили свои внутрихозяйственные мелиоративные системы, что, однако, было обусловлено перспективами дальнейшей продажи соответствующих земельных участков.

Следующий аспект рассматриваемой проблемы определяется актуальностью информации относительно состояния мелиоративных систем, т. е. степенью репрезентативности и достоверности данных соответствующих обследований. Например, достаточно подробные обследования состояния мелиоративных систем Ленинградской области и Санкт-Петербурга проводились только в конце 90-х годов прошлого века, результаты этих обследований частично были созданы в виде базы данных в среде географической информационной системы (ГИС) [8].

Экономический аспект проблемы состоит в том, что инвесторы при реконструкции мелиоративных систем могут рассчитывать на поддержку в рамках федеральной целевой программы «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006–2010 годы» с дальнейшим продолжением программных мероприятий до 2012 года включительно. Такая поддержка обуславливается, в частности, и тем, что за последние годы все собираемые средства водного налога концентрируются в федеральном бюджете [2]. Поддержка инвестициям может быть и со стороны региональных властей. Эта поддержка определяется схемами территориального развития (планирования), которые в настоящее время разрабатываются практически во всех регионах России [9].

Итак, в рассматриваемой задаче многокритериальной оценки участков мелиорации следует учитывать, что некоторые критерии являются качественными. В таких условиях для построения окончательной комплексной оценки предлагается использовать метод, основанный на теории нечетких множеств. Предлагаемая

методика базируется на успешно разработанной методологии многокритериальной оценки земельных участков на основе алгоритмов теории нечетких множеств, интегрированных в ГИС, и состоит из следующих этапов [10]:

1. Формирование базы данных ГИС по рассматриваемым участкам мелиорации. На этом этапе учитываются данные кадастра недвижимости, доступные через сайт Росреестра.

2. Представление частных критериев оценки мелиоративных участков в виде функции принадлежности множествам участков, привлекательных для инвестиций по заданным критериям. Значения этой функции заносятся в базу данных ГИС.

3. Расчет многокритериальной комплексной оценки каждого участка. При этом частные критерии комбинируются с учетом весов на основе метода парных сравнений Саати. Предусматривается возможность формирования нескольких наборов весов для частных критериев при анализе вариантов задачи с различной важностью этих критериев. Комплексные оценки также заносятся в базу данных ГИС.

4. Построение в среде ГИС тематических карт, отражающих предпочтения инвесторов при выборе участков мелиорации для реконструкции.

Рассмотрим реализацию предлагаемой методики на примере задачи для мелиорированных территорий в непосредственной близости к Санкт-Петербургу. Малое расстояние является привлекательным фактором для ведения сельского хозяйства: доставка продукции до потребителя будет недорогой. Будем рассматривать все участки с точки зрения целесообразности производства растениеводческой продукции. Для реконструкции необходимо выбрать именно такой мелиоративный участок, на котором вложенные финансовые средства позволят получить наибольший комплексный социально-эколого-экономический эффект с учетом альтернативы, например жилищного строительства. При оценке используем частные критерии: экологические (ЭЛК), экономические (ЭНК), технологические (ТК) и социальные (СК).

Данная задача решена на основе интегрированных в среду географической информационной системы алгоритмов

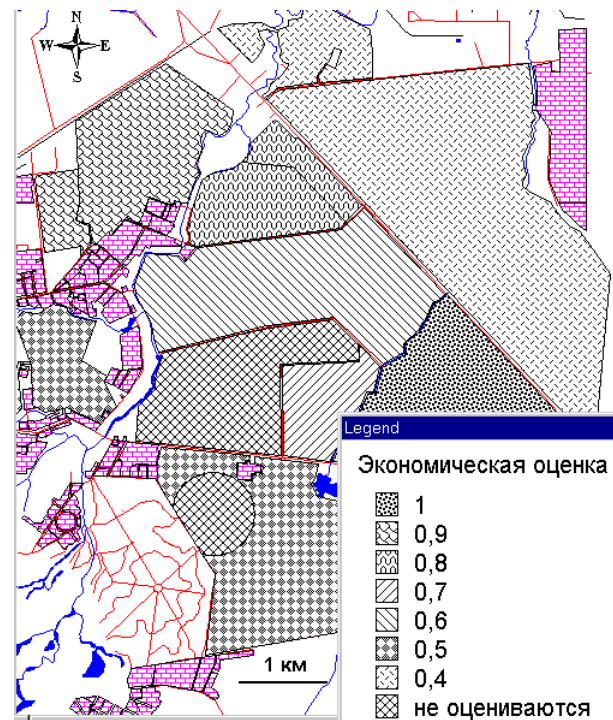
многокритериальной оценки на основе теории нечетких множеств, а также других моделей. Среди последних выделим программно-имитационный комплекс AGROTOOL, который позволяет оценить урожайность сельскохозяйственных культур, в том числе с учетом изменения климата, что особенно важно при формировании экономического критерия [11]. На рис. 1а показаны анализируемые участки мелиорации. В базе данных ГИС они представляют собой слой с площадными объектами, атрибутивную информацию для которых составляют результаты инвентаризации мелиоративных угодий. Согласно предлагаемой методологии, осуществлялось построение многокритериальной оценки в виде функции принадлежности множеству «Участки для реализации мероприятий по реконструкции мелиоративной сети». При этом частные критерии – ЭЛК, ЭНК, ТК и СК – оценивались в виде функции принадлежности этому же множеству. Экологические критерии предназначены для оценки степени улучшения экологической обстановки при проведении мероприятий на данном участке: ЭЛК = 1, если в результате проведения мероприятий на данном участке экологическая обстановка значительно улучшается; ЭЛК = 0, если она не меняется или ухудшается. Экономические критерии предназначены для оценки экономической эффективности проведения мероприятий на данном участке. Разная оценка на участках определяется тем, что реконструкция одного участка позволит сразу резко увеличить урожайность, которая оценивается с помощью AGROTOOL, а реконструкция другого не влияет на урожайность, что может быть связано, например, с исходным состоянием почвы. Технологические критерии: ТК = 1, если имеется полное согласие между характеристиками участка и теми технологиями, которые предполагается использовать при реновации; в противном случае ТК = 0. Социальные критерии предназначены для оценки социального фактора после проведения мероприятий: СК = 1, если социальный эффект сильный; СК = 0, если эффекта нет либо он отрицательный.

Оценки для каждого критерия были получены путем опроса экспертов и по результатам моделирования урожайности. Экспертам предлагалось присвоить участкам баллы от 0 до 10 для каждого крите-

рия. При этом оценки делались разными специалистами. База данных ГИС была модифицирована путем добавления соответствующих полей для площадных объектов – участков мелиорации, в которые были занесены частные оценки экологического, экономического, технологического и социального критериев (рис. 1а, б).



а



б

Рис. 1. Выбор участка мелиорации для мероприятий. Частные критерии

При построении комплексной оценки полученные критерии следует комбинировать с учетом их веса, который определяется инвестором совместно с привлекаемыми специалистами. Чтобы определить вес критерия, удобно пользоваться методом парных сравнений Саати [12]. Результаты попарного сравнения относительной важности критериев представлены в таблице для двух задач с разными приоритетами.

Подробно метод вычисления весов изложен в работе [10]. При этом вычисляются компоненты собственного вектора для матриц из таблицы, соответствующего максимальному собственному числу

(для задачи 1 $\lambda_{\max} = 4,390$). Эти компоненты используются в качестве весов для частных критериев при формировании комплексного, равного их сумме с этими весами. Таким образом, у матрицы попарного сравнения для задачи 1 компоненты (веса) принимают значения: $w_1 = 0,619$; $w_2 = 0,235$; $w_3 = 0,101$; $w_4 = 0,045$. Для второй задачи матрица попарного сравнения имеет следующие компоненты собственного вектора с $\lambda_{\max} = 4,3102$: $w_1 = 0,617$; $w_2 = 0,224$; $w_3 = 0,097$; $w_4 = 0,062$. На рис. 2а, б представлены результаты вычисления комплексной оценки для задач 1 и 2 соответственно.

Данные для определения важности критериев

Задача 1	ЭЛК	ЭНК	ТК	СК	Задача 2	ЭНК	ЭЛК	СК	ТК
ЭЛК	1	5	6	7	ЭНК	1	4	6	7
ЭНК	1/5	1	4	6	ЭЛК	1/4	1	3	6
ТК	1/6	1/4	1	4	СК	1/6	1/3	1	2
СК	1/7	1/6	1/4	1	ТК	1/7	1/4	1/2	1

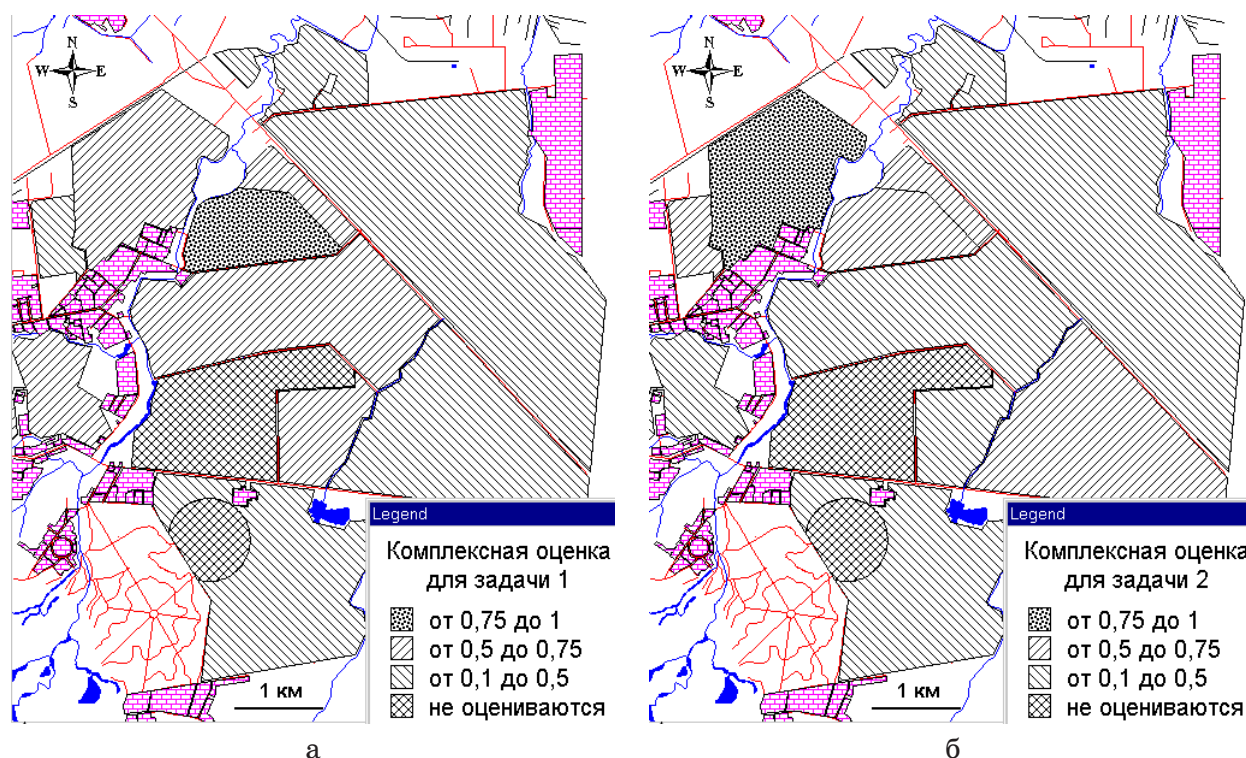


Рис. 2. Комплексные оценки для выбора участка мелиорации

Построенная комплексная оценка может служить руководством к действию для любых инвесторов при соответствующем выборе парных сравнений, а исходные значения критериев остаются прежними. По мнению авторов, исходные критерии должны пересматриваться, по

крайней мере, раз в год. При этом оценки не должны противоречить общему системному подходу к развитию мелиорированных территорий.

Выводы

Сочетание ГИС-технологий с методами моделирования процессов, происходя-

щих на определенной территории, и методами теории нечетких множеств является относительно новым подходом. В настоящей работе рассмотрено применение такого подхода к разработке методики оценки мелиоративных участков как объектов будущих инвестиций для получения прибыли от производства растениеводческой продукции. Представленный пример применения методики показывает работоспособность предлагаемого подхода.

1. Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства (2010–2011). – Рим: Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций, 2011. – 165 с.

2. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 100 с.

3. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / В. Metz [eds] / New York: Cambridge University Press, 2007. – 851 p.

4. Айдаров И. П. Проблемы мелиорации земель и водопользования // Природообустройство. – 2008. – № 2. – С. 5–19.

5. Сухарев Ю. И. Обоснование мелиоративных режимов агроландшафтов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 2. – С. 33–34.

6. Голованов А. И., Сухарев Ю. И., Шабанов В. В. Комплексное обустройство территорий – дальнейший этап мелиорации земель // Мелиорация и водное хозяйство. – 2006. – № 2. – С. 25–30.

7. Кузнецов В. Н., Черняк М. Б., Янко Ю. Г. Мелиорация в Ленинградской области (85 лет отрасли) // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. – № 1. – С. 19–22.

8. Мониторинг мелиорируемых земель на основе геоинформационных технологий / Н. В. Арефьев [и др.] // Мелиорация и водное хозяйство. – 1998. – № 5. – С. 41–43.

9. Фролов С. С. Стратегии муниципального девелопмента в условиях продвижения проекта комплексного освоения территорий // Управление развитием территории. – 2010. – № 2. – С. 24–28.

10. Методология многокритериальной оценки земельных участков на основе алгоритмов теории нечетких множеств, интегрированных в геоинформационные системы / В. П. Якушев [и др.] // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2000. – № 4. – С. 42–43.

11. Баденко В. Л., Баденко Г. В., Терлеев В. В., Латышев Н. К. ГИС-технологии в информационном обеспечении системы имитационного моделирования AGROTOOL // Агрофизика. – 2011. – № 3. – С. 1–5.

12. Malczewski J. GIS and multicriteria decision analysis. – New York: Wiley&Sons, 1999. – 392 p.

Материал поступил в редакцию 03.07.12.

Арефьев Николай Викторович, доктор технических наук, зав. кафедрой
Тел. 8-911-773-75-55

E-mail: arefiev@cef.spbstu.ru

Баденко Владимир Львович, доктор технических наук, профессор

Тел. 8-921-309-41-00

E-mail: vbadenko@gmail.com

Волкова Юлия Валерьевна, кандидат технических наук, доцент

Тел. 8-911-725-23-89

E-mail: vils@cef.spbstu.ru

Терлеев Виталий Викторович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Тел. 8 (9060) 252-65-74

E-mail: vitaly_Terleev@mail.ru