

УДК 626.82.016

В. Н. Щедрин, А. В. Колганов, А. А. Чураев (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И ОБОСНОВАНИЕ ПОКОЛЕНИЙ ИХ РАЗВИТИЯ

Изучены и проанализированы исторические материалы по созданию и функционированию мелиоративных систем, предложена классификация по поколениям их развития с учетом закона стадийного развития технических объектов и закона расширения функций. Предложен научно-методический подход к определению технического уровня мелиоративных систем и обоснованию поколений их развития, определены коэффициенты относительной значимости мелиоративных систем для оценки их технического состояния и технического уровня. Обусловлено применение трех методов обобщенных оценок: первый – для критериев, имеющих одинаковую размерность; второй – для частных показателей, измеряющихся в количественных шкалах; третий – для частных показателей, измеряющихся в различных количественных шкалах, имеющих собственную размерность. В результате проделанной работы обоснован подход к определению вектора технического состояния систем и их элементов, который предлагается использовать на этапе ранжирования и выбора типичной системы для каждого из рассматриваемых исторических периодов ее функционирования, что позволит определять коэффициенты достижения эталонных значений технического уровня.

Ключевые слова: мелиоративная система, техническое состояние, технический уровень, коэффициент относительной значимости, поколения оросительных систем.

V. N. Shchedrin, A. V. Kolganov, A. A. Churayev (FSBSE “RSRILIP”)

APPROACHES TO DETERMINING THE TECHNICAL LEVEL OF MELIORATIVE SYSTEMS AND JUSTIFICATION OF GENERATIONS OF THEIR DEVELOPMENT

The historical data on creation and operation of meliorative systems were study. The classification on generation development adjusted for the law of stage development of technical objects and the law of function expansion was suggested. The methodological approach to the determining of technical level of meliorative systems and justification of generations of their development was offered. The coefficients of relative significance for the evaluation of technical state and level of meliorative systems were determined. Three methods of generalized assessments were specified: the first method – for criteria with the equal dimension; the second method – for particular indices measured in quantitative scales; the third method – for particular indices with own dimension measured in quantitative scales.

As a result of the work the approach for determination the vector of the technical state of systems and their elements was justified. The approach is suggested to use on the stage of ranking and selecting the typical system for every considered historical period of its operation which allows determining the coefficient of reaching the reference values of technical level.

Keywords: meliorative system, technical state, technical level, coefficient of relative significance, generation of irrigation systems.

Исторический процесс развития мелиоративных систем имеет самые

различные проявления, связанные с изменением подсистем, преобразованием одних в другие, разделением и объединением их связей. Если смотреть со стороны перспектив развития систем, внутренние элементы их структуры являются неравноценными, одни с течением времени не имеют будущего и теряют свое значение в системе, другие имеют предпосылки для создания более совершенной системы.

Мелиоративная система «живет» значительно дольше своих подсистем и объектов. Она значительно сложнее и многообразнее их. И это потому, что ей присущи особые системные механизмы функционирования и развития, которые не дают ей «погибнуть», а позволяют пережить функционально образующие ее элементы [1].

Важным условием развития мелиоративных систем является равномерность и согласованность развития их подсистем и элементов. При несоблюдении этого условия возникают диспропорции, одни элементы и объекты могут развиваться в ущерб другим и это может отрицательно повлиять на природную, экономическую и социальную среды. И, если условие выполняется, система развивается упорядоченно, целенаправленно, подсистемы и элементы изменяются пропорционально друг другу и вместе служат достижению одной цели.

Таким образом, постоянно идет процесс совершенствования мелиоративных систем, который обуславливается наличием оросительных и дренажных сетей, автоматизации и других технических улучшений, увязанный с оптимальными диапазонами водного, солевого, теплового и питательного режимов, обеспечивающих получение экономически оправданного количества сельскохозяйственной продукции на много лет и сохранение почвенного плодородия. Элементы технологий сельскохозяйственного производства совершенствуются параллельно.

«Жизненный цикл» мелиоративной системы разделяется на три этапа: проектирование, строительство и эксплуатация. Качество системы формируется на первом, обеспечивается на втором и реализуется на треть-

ем. Оно, как известно, представляет собой некую иерархическую совокупность конструктивных, технических, экономических, технологических и эксплуатационных показателей, определяющих функцию соответствия системы своему назначению. То есть, по значению перечисленных показателей можно сравнить ту или иную систему и сделать вывод о степени их усовершенствования в отношении соответствия некоторой определенной цели [1].

Сравнивая перечисленные показатели на этапе эксплуатации системы с нормативными показателями, закладываемыми при проектировании, можно определить один из аспектов уровня качества – *уровень технического состояния* той или иной системы, под которым следует понимать совокупность подверженных изменению в процессе производства или эксплуатации свойств, характеризуемую в определенный момент времени признаками, установленными технической документацией. Оценка технического состояния должна исходить из назначения системы – получения высоких и устойчивых урожаев при условии сохранения плодородия почв и охраны окружающей среды.

Вторым аспектом качества мелиоративных систем является тот, который полностью определяется значениями показателей, связанными с созданием технически совершенных систем, то есть их технический уровень. При этом должно соблюдаться условие рационального использования природных, трудовых, энергетических, финансовых и прочих ресурсов. Таким образом, техническим уровнем мелиоративной системы является характеристика качества, основанная на сопоставлении значений показателей, характеризующих техническое совершенство оцениваемой системы, с соответствующими базовыми показателями.

Для количественной оценки технического уровня мелиоративных систем по всей совокупности показателей необходимо формирование интегрального показателя с учетом ограничений на имеющиеся ресурсы и состояние мелиорируемых земель.

Получение обобщенной оценки технического уровня мелиоративных

систем не является самоцелью. Это необходимо для планирования, управления, контроля и анализа качества систем. Построенная оценка дает возможность обосновать долгосрочные прогнозы, планировать на их основе необходимое ресурсное обеспечение перспективного развития [1], создать предпосылки к обоснованию поколений мелиоративных систем.

Определение двух перечисленных аспектов качества мелиоративных систем (технического состояния и технического уровня) включает три основных этапа:

- построение иерархической структуры оцениваемых свойств системы;

- расчет коэффициентов относительной значимости элементов иерархической структуры и формирования перечня исходных данных для расчета локальных показателей;

- построение интегрального показателя, с помощью которого возможно оценить ту или иную систему и ранжировать их по этому показателю.

В настоящее время разработана номенклатура показателей для оценки технического уровня и качества документации на строительство промышленных предприятий. К ним относятся производительность труда одного работающего в натуральном и стоимостном выражении, уровень автоматизации производства, удельный вес рабочих, занятых ручным трудом, материалоемкость и энергоемкость производства продукции, прибыль на 1 рубль товарной продукции, фондоотдача, удельный расход строительных материалов, удельные капиталовложения [2]. Также в ФГБНУ «РосНИИПМ» разработана технология оценки эффективности дождевальной техники, включающая ряд показателей значимости с приведением их к общей шкале [3].

Установление количества коэффициентов относительной значимости для определения технического уровня мелиоративных систем является в настоящее время нерешенной задачей. В представленной статье нами предпринята попытка выделения основных из них, и в дальнейшем пред-

полагается начать работу по выявлению этих показателей, формированию в отдельные блоки по соответствующим шкалам и определению удельного веса для расчета общего комплексного свойства – технического уровня.

Расчет основных показателей значимости для мелиоративных систем, расположенных в зоне орошения предлагается производить по следующим зависимостям:

$$N_1 = \frac{t_{\text{заявок удов.}}}{\sum t}, N_1 \rightarrow 1,$$

где $t_{\text{заявок удов.}}$ – количество удовлетворенных заявок на подачу воды в год, шт.;

$\sum t$ – сумма всех заявок на подачу воды в год, шт.

$$N_2 = 0,01 n_{\text{пред}}, N_2 \rightarrow \min,$$

где $n_{\text{пред}}$ – количество предписаний Ростехнадзора в год, шт.;

0,01 – переводной коэффициент для определения общего показателя значимости.

$$N_3 = \frac{F_{\text{факт.ор}}}{F_{\text{проект.ор}}}, N_3 \rightarrow 1,$$

где $F_{\text{факт.ор}}$ – фактическая площадь орошения, га;

$F_{\text{проект.ор}}$ – проектная площадь орошения, га.

$$N_4 = \frac{\text{КПД}_{\text{факт}}}{\text{КПД}_{\text{проект}}}, N_4 \rightarrow 1,$$

где $\text{КПД}_{\text{факт}}$ – фактический средний коэффициент полезного действия каналов;

$\text{КПД}_{\text{проект}}$ – проектный коэффициент полезного действия каналов.

$$N_5 = \frac{V_{\text{водоз.факт}}}{V_{\text{водоз.проект}}}, N_5 \rightarrow 1,$$

где $V_{\text{водоз.факт}}$ – фактический объем водозабора (в том числе для обводнения

и сельхозводоснабжения), м³;

$V_{\text{водоз.проект}}$ – проектный объем водозабора, м³.

$$N_6 = 0,01 n_{\text{сиг.}}, N_6 \rightarrow \min ,$$

где $n_{\text{сиг.}}$ – количество аварийных ситуаций в год;

0,01 – переводной коэффициент для определения общего показателя значимости.

$$N_7 = \frac{S_{\text{затрат.экспл.}}}{S_{\text{экон.эфф.ор}}}, N_7 \rightarrow \min ,$$

где $S_{\text{затрат.экспл.}}$ – сумма затрат на эксплуатацию (в том числе по отдельно расположенным ГТС, дамбам обвалования, берегоукрепительным ГТС, нагорным канавам и т.п.), руб.;

$S_{\text{экон.эфф.ор}}$ – величина экономического эффекта от орошения, руб.

$$N_8 = \frac{S_{\text{затрат.экспл.}}}{V_{\text{водоз.факт}}}, N_8 \rightarrow \min .$$

$$N_9 = \frac{L_{\text{обл}}}{L_{\text{общ}}}, N_9 \rightarrow 1 ,$$

где $L_{\text{обл}}$ – количество облицованных каналов, км;

$L_{\text{общ}}$ – общее количество каналов, км.

$$N_{10} = \frac{V_{\text{сброса}}}{V_{\text{водоз.факт}}}, N_{10} \rightarrow \min ,$$

где $V_{\text{сброса}}$ – объем сброса оросительной воды, м³.

$$N_{11} = \frac{n_{\text{авт.ГТС}}}{n_{\text{ГТС}}}, N_{11} \rightarrow 1 ,$$

где $n_{\text{авт.ГТС}}$ – количество автоматизированных ГТС, шт.;

$n_{\text{ГТС}}$ – общее количество ГТС, шт.

$$N_{12} = \frac{n_{\text{руч.труда}}}{n_{\text{мех.труда}}}, N_{12} \rightarrow \min ,$$

где $n_{\text{руч.труда}}$ – процент работ, выполняемых ручным трудом, %;

$n_{\text{мех.труда}}$ – процент работ, выполняемых механизированным трудом, %.

$$N_{13} = \frac{V_{\text{электр}}}{V_{\text{водоз.факт}}}, N_{13} \rightarrow \min ,$$

где $V_{\text{электр}}$ – количество потребленной электроэнергии в год, кВт.

Расчет основных показателей значимости для мелиоративных систем, расположенных в зоне осушения, предлагается производить по следующим зависимостям:

$$N_1 = 0,01n_{\text{пред}}, N_1 \rightarrow \min .$$

$$N_2 = \frac{F_{\text{факт.ос}}}{F_{\text{проект.ос}}}, N_2 \rightarrow 1 ,$$

где $F_{\text{факт.ос}}$ – фактическая площадь осушения, га;

$F_{\text{проект.ос}}$ – проектная площадь осушения, га.

$$N_3 = 0,01n_{\text{снт}}, N_3 \rightarrow \min .$$

$$N_4 = \frac{S_{\text{затрат.экс.пл}}}{F_{\text{факт.ос}}}, N_4 \rightarrow \min ,$$

где $S_{\text{затрат.экс.пл}}$ – сумма затрат на эксплуатацию (в том числе по отдельно расположенным ГТС, дамбам обвалования, берегоукрепительным ГТС и т.п.), руб.

$$N_5 = \frac{S_{\text{затрат.экс.пл.}}}{S_{\text{экон.эфф.ос}}}, N_5 \rightarrow \min ,$$

где $S_{\text{экон.эфф.ос}}$ – величина экономической эффективности от осушения, руб.

$$N_6 = \frac{n_{\text{авт.ГТС}}}{n_{\text{ГТС}}}, N_6 \rightarrow 1 .$$

$$N_7 = \frac{n_{\text{руч.труда}}}{n_{\text{мех.труда}}}, N_7 \rightarrow \min .$$

$$N_8 = \frac{V_{\text{электр.}}}{F_{\text{факт.ос}}}, N_8 \rightarrow \min .$$

Используя исходные данные для расчета показателей значимости по отдельным федеральным государственным бюджетным учреждениям, эксплуатирующим мелиоративные объекты (таблицы 1 и 2), нами был определен общий показатель значимости при помощи одного из трех известных классов обобщенных оценок – аддитивной свертки показателей, измеряющихся в количественных шкалах и имеющих одинаковую размерность:

$$S = \sum_i N_i ,$$

где N_i – частная оценка показателя значимости системы или объекта по i -му показателю.

Полученный показатель может использоваться для сравнения рассматриваемых систем или объектов с целью выявления их значимости, что необходимо для комплексной качественной оценки технического состояния или технического уровня. Расширение количества весовых коэффициентов относительной значимости систем вносит определенные усложнения в их обобщение, так как они неодинаковы по своему вкладу в установление общего показателя. Кроме того, они могут быть взаимозависимы и при отсутствии информации об этой зависимости никакими формальными расчетами решить задачу определения технического уровня не удастся.

Для второго класса обобщенных оценок по установлению технического уровня должны быть заданы только измеримые в количественных шкалах частные показатели, от которых зависит искомая обобщенная оценка. Необходимо выработать вид этой неизвестной функции от заданных показателей. Для построения интегрального показателя технического уровня необходимо, прежде всего, представить каждый из них в безразмерном виде, но с учетом как степени совершенства системы, так и требований потребителя к каждому показателю.

Таблица 1 – Основные показатели значимости мелиоративных объектов, расположенных в зоне орошения

№ п/п	Показатель	Обозначение	Основные формулы	ФГБУ «Управление мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по Волгоградской области»	ФГБУ «Управление «Кабалкмелиоводхоз»	ФГБУ «Управление «Саратовмелиоводхоз»	ФГБУ «Управление «Алтаймелиоводхоз»	ФГБУ «Управление «Ингушмелиоводхоз»	ФГБУ «Управление «Самарамелиоводхоз»
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Фактические площади орошения, тыс. га	S		70,95	118,538	158,4	12,63	20,4	92,0
2	Отношение фактической площади к проектной площади	N_3	$\frac{F_{\text{факт}}}{F_{\text{проект}}}$	0,483	0,906	0,614	0,103	0,912	0,821
3	Отношение фактического КПД к проектному	N_4	$\frac{\text{КПД}_{\text{факт}}}{\text{КПД}_{\text{проект}}}$	0,922	0,961	0	0,93	1	0,832
4	Отношение фактического объема водозабора к проектному	N_5	$\frac{V_{\text{водоз. факт}}}{V_{\text{водоз. проект}}}$	0,565	0,974	0	0,19	0,915	0,255
5	Отношение суммы затрат на эксплуатацию к величине экономического эффекта на орошаемых землях	N_7	$\frac{S_{\text{затрат на экпл.}}}{S_{\text{эконом. эффекта}}}$	0	0	0	0	0	0
6	Отношение суммы затрат к объему забираемой воды	N_8	$\frac{S_{\text{затрат}}}{V_{\text{заб. воды}}}$	0,869	0,006	1,194	0	0,158	0,839

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	Отношение количества облицованных каналов к общему количеству	N_9	$\frac{L_{\text{обл}}}{L_{\text{общ}}}$	0,352	0,116	0,632	0,005	0,261	0,216
8	Отношение объема сброса к объему забора	N_{10}	$\frac{V_{\text{сброса}}}{V_{\text{забора}}}$	0	0	0	0,2	0	0,039
9	Отношение количества автоматизированных ГТС к общему количеству ГТС	N_{11}	$\frac{n_{\text{авт. ГТС}}}{n_{\text{ГТС}}}$	0,005	0,001	0	0,066	0,002	0,02
10	Отношение объема ручного труда к механизированному	N_{12}	$\frac{n_{\text{руч. труда}}}{n_{\text{мех. труда}}}$	0,474	0,32	1,397	0,176	0,101	0,111
11	Отношение количества потребленной электроэнергии к объему забираемой воды	N_{13}	$\frac{V_{\text{электр.}}}{V_{\text{заб. воды}}}$	0,174	0	0,359	0	0,242	0,289
12	Отношение количества удовлетворенных заявок к сумме всех заявок	N_1	$\frac{t_{\text{заявок уд.}}}{\sum t}$	1	1	1	1	1	1
13	Количество предписаний Ростехнадзора	N_2	$0,01 n_{\text{през}} / \text{ГОД}$	0	0	0,11	0,05	0	0
14	Количество аварийных ситуаций	N_6	$0,01 n_{\text{сиг.}} / \text{ГОД}$	0	0	0	0	0	0
	Σ			4,844	4,284	5,306	2,72	5,281	4,422

Таблица 2 – Основные показатели значимости мелиоративных объектов, расположенных в зоне осушения

№ п/п	Показатель	Обозначение	Основные формулы	ФГБУ «Управление «Калугамелиоводхоз»	ФГБУ «Управление «Курскмелиоводхоз»	ФГБУ «Управление «Ленмелиоводхоз»
	Фактические площади, тыс. га	S		4,2	2,247	194,892
1	Отношение фактической площади осушения к проектной площади	N_2	$\frac{F_{факт}}{F_{проект}}$	1	1	1
2	Отношение суммы затрат на эксплуатацию к площади осушения	N_3	$0,01 \cdot n_{сум.}/\text{год}$	0	0	0
3	Отношение суммы затрат на эксплуатацию к величине экономической эффективности	N_4	$\frac{S_{затрат}}{F_{осуш.}}$	0	0	0
4	Отношение фактического объема сброса к проектному	N_5	$\frac{S_{затрат на экспл.}}{S_{эконом. эфф.}}$	1,315	1,429	2,21
5	Отношение объема ручного труда к механизированному	N_7	$\frac{n_{руч. труда}}{n_{мех. труда}}$	0,059	0,463	0
6	Отношение количества потребленной электроэнергии к площади осушения	N_8	$\frac{V_{электр.}}{F_{осуш.}}$	0	0	1,845
7	Отношение количества автоматизированных ГТС к общему количеству ГТС	N_6	$\frac{n_{авт. ГТС}}{n_{ГТС}}$	0,05	0,003	0,008
8	Количество предписаний Ростехнадзора	N_1	$0,01 \cdot n_{пред}/\text{год}$	0	0	0
	Σ			2,424	2,895	5,063

В третьем классе обобщенных оценок [1] в отличие от второго свертке подлежат частные показатели, измеренные в различных шкалах. Некоторые из них могут измеряться в условных единицах, а другие являются количественными, имеющими собственную размерность. Поэтому при формировании обобщенной оценки технического уровня все показатели должны быть приведены к одной шкале – порядковой или количественной.

Необходимость разработки технически совершенных мелиоративных систем требует принятия обоснованных инженерных решений уже на предпроектной стадии. Обоснованность их выбора для различных природно-хозяйственных условий мелиорируемой территории определяется представительностью множества возможных вариантов мелиоративных систем и полнотой набора показателей для определения технического уровня в соответствии с этими решениями [1]. Повышение технического уровня предложенных решений требует поиска наилучших вариантов на всех уровнях оптимизации. Первому уровню будет соответствовать выбор наилучшего принципа действий, который практически не поддается формализации, второму – поиск наилучшей структуры решения в рамках выбранного принципа действия, на третьем этапе будут определяться параметры мелиоративных систем для заданной структуры.

В научно-практической деятельности по оценке технического уровня и прогнозированию развития технических объектов (ТО) широкое распространение получил закон прогрессивной эволюции (закон стадийного развития ТО) [4], хотя в целом в настоящее время единая система законов развития технических и других систем еще не сложилась. Основные положения закона стадийного развития и вытекающие из него частные закономерности содержат следующие формулировки:

- в ТО с установившимися функциями переход от поколения к поколению вызывается необходимостью устранения главного дефекта (дефектов) и происходит при наличии необходимого научно-технического потен-

циала и социально-экономической и иной (к примеру – военной) целесообразности;

- реализация новых функций ТО обеспечивается, как правило, с помощью вновь создаваемых технических средств следующего поколения. Вместе с тем, законом расширения функций допускается возможность частичного использования известных технических объектов функционирующего n -го поколения (n^+ -поколение развития);

- классификационные градации поколений развития ТО устанавливаются по основным признакам, отражающим переломные изменения в целях, средствах и объективно-обусловленных критериях эффективности применения ТО и систем.

С учетом этих закономерностей, а также организационно-правовых, финансовых и ресурсных условий развития мелиорации представляется возможным сформировать предлагаемый подход к обоснованию поколений ОС, основные этапы которого приведены на рисунке 1.

Классификационные признаки и критериальные оценки различных поколений мелиоративных систем определяются по результатам типизации (блоки 3 и 4 на рисунке 1) систем, введенных в эксплуатацию в 50^x-70^x-90^x годах. Сам процесс типизации с акцентом на выделение поколений систем нуждается в разработке, так как известные предложения по типизации, изложенные рядом авторов [5], не содержат инструментария критериальных оценок процесса развития оросительных систем.

В данном случае в качестве узловых классификационных признаков целесообразно принимать данные по «вкладам» мелиорации в этапные цели развития АПК, показатели технического уровня оросительных систем (на фоне нормативных «эталонных показателей»), характеристики «дефектов» элементов систем, обуславливающие необходимость в разработке более совершенных технических и технологических схем. Такого рода показатели в соответствии с законом стадийного развития технических объек-

тов в совокупности дают количественное представление о социально-экономической целесообразности и необходимости перехода к последующим поколениям развития оросительных систем.

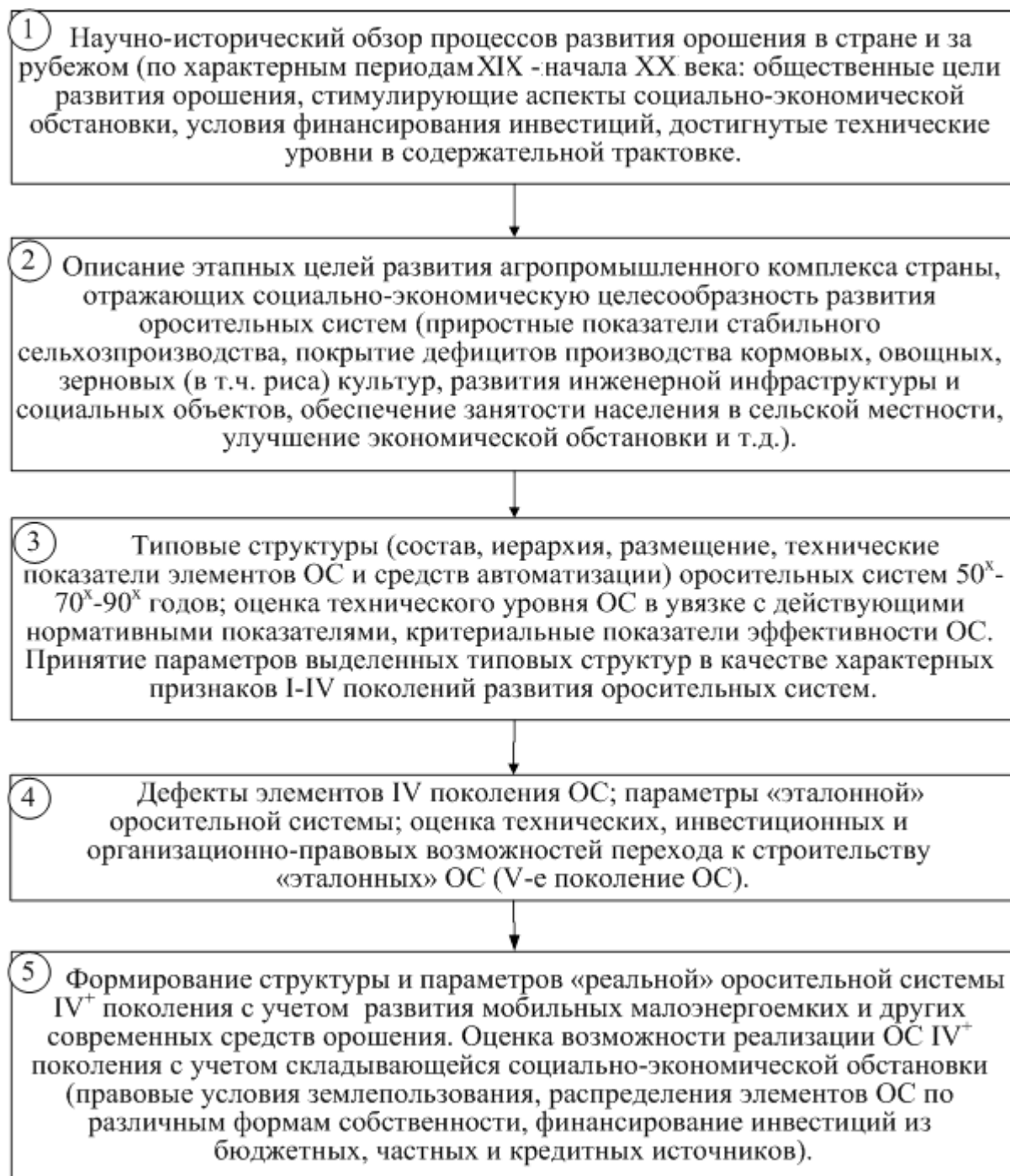


Рисунок 1 – Методический подход к обоснованию поколений развития оросительных систем

С учетом вышеизложенного типизация оросительных систем (ОС) проводится в порядке, приведенном в таблице 3. Разделы 1, 2, 5 заполня-

ются по статистическим и проектным материалам, результатам научных исследований развития аграрного сектора, отражающим общие тенденции развития сектора в рассматриваемые периоды. По данным разделов 1, 2 и 3 введенные в эксплуатацию ОС группируются по степени капитальности головных водозаборов (с машинным водоподъемом, напорно-самотечные, самотечные) и наличию капиталоемких гидротехнических сооружений (дюкеров, акведуков, сопрягающих и др.). В пределах каждого из выделенных типов технических схем ОС определяются параметры состояния и эффективности функционирования систем \bar{P} в качестве компонент векторов \bar{P} по каждой ОС рассматриваются:

- вклад оросительной системы в увеличение валового сбора сельскохозяйственных культур;

Таблица 3 – Оценка показателей технического состояния мелиоративной системы

Показатели инвестиционной привлекательности мелиоративных систем	Экспертная оценка показателей			Экономическая оценка бюджетной эффективности (объем налоговых отчислений от реализации с.-х. продукции; окупаемость бюджетных средств)
	Степень значимости показателя	Коэффициент достижения эталонного значения	Комплексная оценка показателя (2)×(3) = (4)	
1	2	3	4	5
Объекты федеральной собственности				
1 Общая балансовая стоимость активов				
2 Направление и периодичность использования активов (орошение, осушение, двойное регулирование, коэффициент использования активов)				
3 Общий износ активов (водозабор, МК, НС, МХК и др.), (в %%)				
4 Наличие и техническое состояние ГТС I, II, III, IV категорий				
5 Необходимость реконструкции по показателям мелиоративного состояния земель				
6 Наличие объектов и мероприятий по предотвращению чрезвычайных ситуаций				

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
7 Число обеспечиваемых рабочих мест (АУП, линейный персонал)				
8 Наличие и техническое состояние непрофильных активов (здания, мосты, дороги, объекты соцкультбыта и т.д.)				
Объем бюджетных средств, необходимых для реконструкции мелиоративных фондов, млн руб.				
Объекты частных форм собственности				
1 Количество и рентабельность хозяйств на мелиорированных землях				
2 Инженерно-подготовленные и фактически поливаемые площади				
3 Среднегодовой объем реализации с/х продукции				
Интегральные показатели системы: - суммарный показатель экспертных оценок (в баллах);				Сумма по ст. 4
- экономическая эффективность (млн руб.)				Сумма данных по ст. 5

- вклад системы в развитие инфраструктуры и социальной сферы;
- коэффициенты полезного действия элементов ОС;
- показатели мелиоративного состояния земель;
- данные по наличию дренажных систем;
- данные по наличию средств водоучета и контроля за мелиоративным состоянием земель;
- состав средств гидроавтоматики и автоматизации вододеления (локальных и общесистемных).

Для современного и перспективного уровней дополнительно анализируются показатели ввода реконструируемых площадей, технических схем циклического и периодического орошения, современных мобильных ОС. В состав анализируемых систем включаются системы с головным водозабором из местных источников (прудов, скважин и др.) и водозабором из действующих магистральных и межхозяйственных каналов.

Полученные векторы фактического состояния \bar{P} (раздел 3, таблица 3) используются в дальнейшем на этапе ранжирования и выбора типичной системы для каждого из рассматриваемых периодов (раздел 5, таблица 3). Для этих целей вектора \bar{P} покомпонентно оцениваются относительно нормированных показателей – «карт технического уровня» оросительных систем. В результате такого сопоставления определяются коэффициенты достижения эталонных значений технического уровня $\bar{P}^э$:

$$\bar{K}^э = \frac{|\bar{P} - \bar{P}^э|}{\bar{P}^э},$$

где $|\bar{P} - \bar{P}^э|$ – показатели дефектности системы.

Выбор типичной системы и направлений ее совершенствования включает следующие этапы:

- ранжирование ОС в порядке уменьшения $\bar{K}^э$ и определение системы с минимальным $\bar{K}^э$;

- выявление в ранжированном ряду таких систем, дефекты которых $|\bar{P} - \bar{P}^э|$ допускают возможность устранения путем перехода к техническим схемам и показателям последующего поколения оросительных систем.

Исторический процесс развития мелиоративных систем в нашей стране и за рубежом на данном этапе изучения позволил выделить некоторые предварительные характеристики поколений, к обоснованию которых необходима разработка комплексного инструментария критериальных оценок процесса развития.

I поколение. Оросительные системы и сооружения создавались без учета требований безопасности воздействия на окружающую среду, имели простейшие каналы (магистральные и распределительные) без противоточных мероприятий (в земляном русле), простейшие подпорные и регулирующие сооружения, отсутствовала инженерная система орошения

на поле, общие потери на фильтрацию из оросительной сети достигали не-много более 50 % от водозабора. Период применения – до конца XIX века.

Применяются простейшие средства речной гидрометрии, используемые для измерения (контроля) параметров водного потока на локальных объектах орошения – гидрометрические рейки, вертушки, сооружения типа «фиксированное русло», различного типа водосливы.

II поколение. Оросительные системы и сооружения на них начали создаваться с учетом требований безопасности при проектировании. Имели инженерные системы для орошения крупных массивов с механическим регулированием водоподдачи и водораспределения, на распределительных каналах младшего порядка проводились простейшие противофильтрационные мероприятия – кольматаж, уплотнение, солонцевание, оглеение и нефтевание, что позволяло снижать потери на фильтрацию в 2-4 раза на срок до 4-5 лет.

Каналы проектировались с учетом максимальных и минимальных расходов, предусматривался необходимый запас бровки канала над уровнем воды, предусматривались мероприятия по уменьшению сбросов воды из оросительной сети. Период разработки и использования – первая половина XX века. Основное развитие получили при строительстве мелиоративных систем в США в 30-е годы в период депрессии.

Автоматизация технологических процессов на системах связана с фрагментарным применением элементов механизации и автоматизации в управляющих и исполнительных устройствах гидромеханического оборудования гидротехнических сооружений. Функциональное назначение элементов автоматизации сводится к замене ручного труда и повышению эффективности работы исполнительных органов затворов гидротехнических сооружений, задвижек в трубопроводных системах, насосных станциях и других элементов.

С появлением оросительных систем инженерного типа возник сис-

темный водоучет как понятие. Была введена градация по функциональному назначению, типам гидрометрических сооружений и устройств, определены требования к техническим параметрам и метрологическому обеспечению водоучета. Наряду с применением простейших гидрометрических приборов (реек, вертушек) расширилась номенклатура типов и конструкций гидрометрических сооружений и устройств. Разработаны и систематизированы начала нормативно-методического обеспечения водоучета на оросительных системах и объектах локального орошения.

III поколение. При проектировании оросительных систем и сооружений стали учитываться требования по безопасности, которые регламентировались в соответствующих нормах и правилах. Проектируются распределительные и внутривозвратные каналы инженерного типа с применением капитальных противотрационных облицовок (КПД до 0,90-0,95) – бетонных, железобетонных, асфальтобетонных, которые снижают потери примерно в 10 раз на срок до 25-30 лет. Магистральные каналы по-прежнему выполняются в земляном русле.

Применяется гидроавтоматика для регулирования водоподдачи и водораспределения. На орошаемых участках потери воды на фильтрацию и сброс за счет применения дождевальной техники снижаются до 8-10 %. Период разработки и использования – 50-70-е годы XX века.

Происходит техническое и технологическое развитие отечественных специализированных систем автоматизации управления технологическими процессами водозабора и водораспределения на оросительных системах. Создаются системы управления водоподачей потребителям с использованием каскадного регулирования уровней воды в каналах и локальных авторегуляторов гидравлического, электрогидравлического и электромеханического действия на водовыпусках и перегораживающих сооружениях.

Функциональное назначение элементов автоматизации сводится к замене ручного труда и повышению эффективности работы исполни-

тельных органов затворов гидротехнических сооружений, задвижек в трубопроводных системах, насосных станциях и т.п. В системах каскадного регулирования уровней в открытых каналах систем разработан и апробирован ряд технических решений от системы регулирования по верхнему бьефу до системы регулирования с перекрестными связями.

Совершенствование инженерных сооружений оросительных систем с применением локальных средств механизации и автоматизации обусловило интенсивное развитие средств водоучета. В этот период получили применение специализированные средства измерения параметров водного потока с использованием индивидуальных элементов автоматизации (гидроавтоматов с регулированием верхнего бьефа, нижнего бьефа, применение узлового регулирования) процессов измерений и обработки получаемой информации. Разработаны и прошли апробацию автоматические регуляторы и стабилизаторы расхода гидравлического действия, разработаны конструкции дополнительных устройств, придающих свойства водомерности типовому гидромеханическому оборудованию регулирующих гидротехнических сооружений.

Основными типами гидрометрических приборов оставались гидрометрические рейки, вертушки и другое технологическое оборудование. Новые разработки специализированных средств измерения уровня, расхода воды и сопутствующих параметров водного потока были единичными или мелкосерийными экземплярами. Существенно модифицировались типы и конструкции гидрометрических сооружений и устройств. Разработана унифицированная с международными стандартами система нормативно-методического обеспечения водоучета.

IV поколение. При проектировании, строительстве и эксплуатации оросительных систем в полной мере учитываются требования по надежности объектов и их безопасности. На распределительных и ряде магистральных каналов применяются бетоноплочные и комбинированные облицовки (КПД до 0,95), которые снижают потери на фильтрацию в 10-20 раз на срок

до 25-40 лет. Применяется гидравлическое, механическое, электрическое, смешанное регулирование по верхнему бьефу, по нижнему бьефу, а также комбинированное. Период разработки и использования – конец XX века и наши дни.

Развитие систем и средств автоматизации технологических процессов происходит на основе адаптации систем управления технологическими процессами общего назначения (промышленная и коммунальная сфера), управление водораспределением на оросительных системах производится с центрального диспетчерского пункта. Реализация систем предусматривала множество конструкций автоматизированных регулирующих комплексов [3, 6-8], в состав которых включались средства водоучета и водоизмерения, как информационного компонента АСУ ТП.

Технологическая революция в области микроэлектроники и информационного обеспечения привела к существенным изменениям в методологии и приборном обеспечении водоучета на оросительных системах. На смену многофакторным процессам получения первичной информации о величинах расхода и объема стока воды в каналах оросительных систем пришли многофункциональные измерительные комплексы, использующие новые информационные технологии и элементную базу (ультразвуковые расходомеры, использующие эффект Доплера и ультразвуковые эхолоты).

Измерительные комплексы включают опции и сервисное оборудование, позволяющие получать развернутую информацию обо всех измеряемых параметрах как в визуальной форме, так и закодированном виде для передачи на иные носители информации. Во всех приборах используются стандартизованные интерфейсы, позволяющие унифицировать процедуры формирования измерительных комплексов в различной комплектации и функциональном назначении. Основные типы гидрометрических приборов – гидрометрические рейки, вертушки и другое оборудование используются в качестве эталонных средств измерения.

V поколение. Осуществляется переход на более надежные конструк-

ции, более долговечные материалы и более совершенные средства управления. Разрабатывается новая система нормативных документов на базе технических регламентов (национальные стандарты, своды правил, стандарты организаций и др.), где важным критерием является безопасность мелиоративных объектов (регламентируются критерии безопасности напорных ГТС и допустимые риски аварий, предусматривается для напорных ГТС обязательная разработка и согласование деклараций безопасности). На магистральных и распределительных каналах планируется применение противотриационных облицовок повышенной надежности (КПД 0,97-0,99) с применением геосинтетических материалов (геомембран, геотекстиля), которые снижают потери в 100 раз на срок до 50-75 лет. На внутрихозяйственных каналах – трубопроводы из полимерных и стеклопластиковых материалов. Период разработки и использования – начало XXI века. Должна отвечать требованиям эталонной оросительной системы для настоящего времени.

Реализация систем автоматизации должна предусматривать множество технических решений и конструкций автоматизированных регулирующих комплексов, в составе которых компоненты водоучета и информационного обеспечения АСУ. Оперативность принятия управленческих решений и точность их реализации во многом определяется использованием современных телекоммуникационных систем контроля и связи, использующих спутниковые системы GPS.

Специализированные средства измерения нового поколения должны использоваться в виде многофункциональных информационно-измерительных комплексов в составе автоматизированных систем управления водопользованием на оросительных системах. Метрологическое обеспечение водоучета должно включать мобильные высокоточные измерительные приборы, являющиеся аналогами приборов нового поколения, но имеющими класс точности на порядок выше рабочих средств измерений.

Таким образом, анализ отечественных и зарубежных научно-

технических разработок в области оросительных мелиораций позволяет выделить некоторые из основных качественных показателей создания «эталонной» оросительной системы на перспективу:

- противофильтрационные покрытия на каналах с применением современных материалов, позволяющих повысить КПД до 0,99;
- отсутствие технологических сбросов оросительной воды (за исключением рисовых систем);
- полная автоматизация водоподдачи, водораспределения и водоучета;
- применение современной автоматизированной дождевальной техники с учетом поддержания оптимальной влажности почвы;
- максимальное использование современных достижений науки и техники в области управления мелиоративными системами (Глонасс и др.);
- автоматизированное регулирование уровня грунтовых вод системами дренажа;
- соблюдение экологической безопасности, учитываемой при проектировании и осуществляемой при строительстве и эксплуатации мелиоративных систем.

Список использованных источников

1 Рекс, Л. М. Системные исследования мелиоративных процессов и систем / Л. М. Рекс. – М.: Издательство «Аслан», 1995. – 192 с.

2 Временное положение об оценке технического уровня и качества проектов на строительство, расширение и реконструкцию предприятий: Постановление государственного строительного комитета СССР от 10 июня 1988 года № 23-д // Гарант Эксперт [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2012.

3 Щедрин, В. Н. Орошение сегодня: проблемы и перспективы / В. Н. Щедрин. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2004. – 255 с.

4 Ольгаренко, В. И. Ретроспективный анализ развития ГМС на основе стадийного развития техники / В. И. Ольгаренко, Г. В. Ольгаренко //

Мелиорация и водное хозяйство. – 1998. – № 1. – С. 20.

5 Маслов, Б. С. Справочник по мелиорации / Б. С. Маслов, И. В. Ми-
наев, К. В. Губер. – М., 1989. – 253 с.

6 А.с. № 1319804. Автоматизированная оросительная система /
В. Н. Щедрин, В. И. Коржов, М. Ю. Красовский, А. А. Корнев. –
№ 3980064; заявл. 03.02.87; опубл. 01.03.87, Бюл. № 3. – 7 с.

7 Щедрин, В. Н. Системные принципы водоучета и управления во-
дораспределением на оросительной сети / В. Н. Щедрин, Ю. Г. Иваненко. –
Новочеркасск: НГТУ, 1994. – 137 с.

8 Щедрин, В. Н. Альтернативные системы оросительных мелиора-
ций / В. Н. Щедрин // Мелиорация и водное хозяйство: мат. науч.-практ.
конф. «Современное состояние и перспективы развития мелиоративного
комплекса юга России» 23-24 сентября 2010 г., г. Новочеркасск / ФГОУ
ВПО «НГМА». – Вып. 8. – Т. 2. – Новочеркасск: Лик, 2010. – С. 53-66.

Щедрин Вячеслав Николаевич – доктор технических наук, академик РАСХН, про-
фессор, Федеральное государственной бюджетное научное учреждение «Российский
научно-исследовательский институт проблем мелиорации», директор.
Контактный телефон: (8-8635) 26-65-00. E-mail: rosniipm@yandex.ru

Shchedrin Vyacheslav Nikolayevich – Doctor of Technical Sciences, Academician of
RAAS, Professor, Federal State Budget Scientific-Research Establishment “Russian Scientif-
ic-Research Institute of Land Improvement Problems”, Director.
Contact telephone number: (8-8635) 26-65-00. E-mail: rosniipm@yandex.ru

Колганов Александр Васильевич – доктор технических наук, профессор, Федераль-
ное государственное бюджетное учреждение Российский научно-исследовательский
институт проблем мелиорации, заместитель директора по науке.
Контактный телефон: 8 (8635) 26-65-00. E-mail: rosniipm@yandex.ru

Kolganov Aleksandr Vasilyevich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Federal State
Budget Scientific-Research Establishment “Russian Scientific-Research Institute for Land
Improvement Problems”, Deputy Director.
Contact telephone number: 8 (8635) 26-65-00. E-mail: rosniipm@yandex.ru

Чураев Александр Анатольевич – кандидат технических наук, Федеральное государ-
ственной бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский ин-
ститут проблем мелиорации», зам. директора.
Контактный телефон: 8-950-865-31-12. E-mail: churaev75@mail.ru

Churayev Aleksandr Anatolyevich – Candidate of Technical Sciences, Federal State Budget
Scientific-Research Establishment “Russian Scientific-Research Institute of Land Improve-
ment Problems”, Deputy Director.
Contact telephone number: 8-950-865-31-12. E-mail:churaev75@mail.ru