

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ДЛЯ
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ
«ПО МЕЛИОРАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНО-ТЕХНО-ПРИРОДНЫХ
СИСТЕМ»**

Л.М. Рекс, – Академик РАЕН, профессор, д.т.н.

ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, ФГОУ ВПО МГУП, г. Москва, Россия

В статье рассматриваются фрагменты совершенствования и применения методов системных исследований (в историческом времени) к вопросам методологии моделирования и проектирования мелиоративных и гидромелиоративных систем. Приводятся категорийно-понятийные структуры и матрицы процесса производства сельскохозяйственной продукции на мелиорируемых землях и методологический подход к обоснованию перечня знаний при подготовке специалистов по мелиорации деятельно-техно-природных систем в условиях постоянного развития науки и техники (в деятельности: исследований, проектирования, строительства, эксплуатации и утилизации (захоронения)).

При рассмотрении проектирования как процесса, необходимо четко представлять его содержание. На современном этапе проектирование рассматривают с позиций общности проектируемых систем, считая основным «процесс проектирования». При таком понимании проектирование является информационной подготовкой некоторого изменения. Поэтому, говоря о проектировании, имеют в виду: а) совокупность действий, выполняемых проектировщиками; б) продукт этих действий, то есть проект /Гаспарский, 1978/. При обобщенном рассмотрении проектирования как системы, в которую входит и то, что проектируется, и те, кто проектирует (называясь соответственно «проектируемая система» и «проектирующая система»), процесс проектирования выглядит как упорядоченное воздействие проектирующей системы на проектируемую с использованием того или иного метода (или методов) действий.

Инженерный процесс разработки систем (системотехника) представляет собой обучающую программу, направленную

проектировщиком на получение знаний и навыков в решении проектных задач, то есть на «проектирование проектировщика» /Петрашинский, 1974/. Обучающая программа должна установить общие теоретические и практические принципы организации проектирования и критерии его эффективности. А. Н. Костяков уделял большое внимание формированию специалистов инженерного искусства по гидротехнике и мелиорации, что отражено в его работах «Предмет сельскохозяйственной гидротехники как науки и ее преподавание в специальной высшей школе» и «Мелиоративное образование». В первой работе им предложена схема предмета сельскохозяйственной гидротехники (табл. 1), в которой последовательно намечены основные положения, теории, разделы и главы, составляющие этот предмет.

В схеме выделены три основных раздела сельскохозяйственной гидротехники:

- 1) теоретические основы действия и проектирования сельскохозяйственно-гидро-технических систем;
- 2) типы сельскохозяйственно-гидротехнических сооружений и способов: описание их, условия применения, постройка;
- 3) учение о мелиорационных районах (естественно-исторические и экономические основы мелиорации).

Между этими разделами распределяются все объекты и стороны изучения сельскохозяйственной гидротехники. Очевидно, что первый и третий разделы довольно близки как по выбору объектов, так и по методике исследований и требуют от исследователя не только инженерных, но и естественно-исторических и сельскохозяйственных знаний. Для постижения второго раздела требуется главным образом строительные, инженерные навыки, но в большем объеме, чем в предыдущих временных периодах.

Всевозрастающие требования к подготовке специалистов с высшим образованием, развитие теории и практики в области гидротехники и мелиорации побуждают постоянно совершенствовать учебные планы и программы подготовки инженеров-гидротехников для сельского хозяйства. Объем научной и прикладной информации, и овладение необходимой для успешной работы специалиста (в современных условиях), настолько велик, что попытки передать ее обучаемым в полном объеме, за регламентированный срок, оказываются проблемой. В связи с этим перед высшей школой встает задача готовить специалистов так, чтобы на основе знаний фундаментальных наук они могли самостоятельно приобретать прикладные знания, необходимые для их практической деятельности. В современных условиях специалист должен уметь самостоятельно находить и использовать нужную информацию для решения как инженерных, так и организационно-экономических, и управленческих задач. Для этого он должен знать и уметь использовать в повседневной работе современные технические средства, средства оргтехники и вычислительной техники.

Все это требует тщательного отбора учебных дисциплин, необходимых для конкретной инженерно-практической деятельности; оценки роли и значения каждой дисциплины в формировании специалистов; выявления взаимосвязей между дисциплинами; установления количественных соотношений по объемам дисциплин (в часах), с учетом регламентированных сроков обучения; обоснованной последовательности и преемственности при изучении предметов.

Для обоснованного решения этих задач необходима разработка модели [модель (франц.) - образец] профиля специальности. Назначение модели – определить содержание высшего образования по соответствующей специальности с учетом общих и единых требований к специалистам с высшим образованием. Требования отрасли и сфер

будущей деятельности. Подготовка специалистов широкого профиля с дальнейшим усилением: мировоззренческой, профессиональной, практической, экономической, организационной и правовой подготовки. Подготовка специалистов, способных самостоятельно изучать, осваивать и внедрять достижения науки, техники и практики (непрерывное обучение). Способных творчески, не шаблонно решать проблемы производства и инженерных задач.

С учетом подготовки специалистов широкого профиля признано необходимым выявить отдельные данные о содержании деятельности инженеров-гидротехников при их работе в проектных, строительных и эксплуатационных производственных организациях, а также в системе АПК.

Требования к уровням знаний, умений и навыков по различным учебным дисциплинам определяются с учетом использования получаемой в процессе обучения информации в будущей практической деятельности:

I уровень - общее представление о теории и практике ее применения; использование положений фундаментальных (научных) дисциплин в качестве базы, для освоения последующих дисциплин общеинженерного и специального цикла. Работа выпускников в области этих дисциплин без дополнительного обучения невозможна.

II уровень - представление о теории, ее применении в будущей практической деятельности и при изучении специальных дисциплин. Работа выпускников в области дисциплин, освоенных на этом уровне, без дополнительного обучения, как правило, затруднена или невозможна.

III уровень - знание теории и умение использовать ее для решения практических задач. Эта группа дисциплин служит базовой основой для цикла специальных дисциплин. Выпускник в принципе может работать в

области этих дисциплин при условии повышения своей квалификации путем самоподготовки или непрерывного обучения.

IV уровень - системное знание теорий и практик. Владение навыками и приемами в практической деятельности без дополнительного обучения. Эта группа дисциплин определяет квалификацию инженера-гидротехника мелиоратора.

Совокупность материалов, характеризующих сферы, основное содержание деятельности и требования к специалистам, называют паспортом специальности.

Таблица 1

Матрица для определения необходимого объема элементарных знаний для студентов, обучающихся по специальности «Гидротехника»

Действие	Результат - продукт							
	Мелиоративная обстановка -режимы				сельско-хозяйственные культуры (СХК)	результат охраны окружающей среды (РООС)	экономический стоимость, качество, производительность	
	водный	солевой	тепловой	пищевой				
	1	2	3	4	5	6	7	
Среда: политическая социальная техническая экономическая	1	Знания о влиянии политической, социальной, технической и экономической сред на процесс мелиорации						
природная: климатическая гидрологическая почвенная геоморфологическая гидрогеологическая инженерно-геологическая биологическая	2	Знания о переносе вещества и энергии в природной среде (поле)			Знания о взаимодействиях СХК и природной среды	Знания о взаимодействии поля с окружающей средой	Знания об оптимизации природно-экономических процессов	
Человек	3	Знания о роли человека в регулировании вещественно-энергетических процессов					Знания о роли человека в экономических процессах	
Материалы	4	Знания о влиянии ресурсов на вещественно-энергетический режим и на СХК				Знания о влиянии ресурсов	Знания о роли ресурсов в экономике	
Информация	5	Знания об информации и вещественно-энергетических и биологических процессах				Знания об информации о РООС	Знания об информации о экономических процессах	

Продолжение табл. 1

		1	2	3	4	5	6	7	
Модель	6	Знания о моделях среды, человека, материала, информации, времени, управления инженерной системой, продукта					Знания об экономико-математическом моделировании		
Время	7	Знания о неуставившихся процессах переноса вещества и энергии			Знания о росте и развитии СХК	Знания об эволюции РООС	Знания об эволюции экономических процессов		
Управление	8	Знания об управлении вещественно-энергетическими процессами и системами			Знания об управлении ростом и развитием СХК	Знания об управлении РООС	Знания об управлении экономикой		
Инженерная система: гидромелиоративная оросительная: водозаборная проводящая регулирующая	9	Знания о процессе переноса вещества и энергии в системах осуществляющих перенос			Знания о влиянии осушительной системы на СХК	Знания о влиянии оросительной системы на РООС	Знания об оптимизации параметров инженерных систем		
	10	Знания о процессе распределения вещества и энергии по полю							
осушительная: регулирующая проводящая водосборная	11	Знания о процессе сбора вещества и энергии на поле			Знания о влиянии осушительной системы на СХК	Знания о влиянии осушительной системы на РООС			
	12	Знания о процессе движения вещества и энергии от поля к водоприемнику							
сельскохозяйственного производства (СХП)	13	Знания о воздействии системы СХП на водный, солевой, тепловой и пищевой режимы			Знания о влиянии СХП на СХК	Знания о влиянии системы СХП на РООС			

Процесс подготовки инженера-гидротехника

С целью выявления значимости, обоснования последовательности и более тесной увязки между специальными (профилирующими) дисциплинами, разрабатывают структурно-логические схемы взаимодействия по каждой из них: сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации; гидротехнические сооружения; насосы и мелиоративные насосные станции; организация и технология гидромелиоративных работ; эксплуатация гидромелиоративных систем; организация, планирование и управление водохозяйственным строительством.

Все эти материалы служат основанием для уточнения и совершенствования типового учебного плана по специальности «Гидромелиорация». В период 1990-1995 гг. была сделана попытка построения матриц, описывающих перечень процессов и теорий, системно отражающих целостность знаний инженера-гидротехника [1].

В таблицах содержится информация в виде знаний, которые могут найти отражение в программах различных кафедр соответствующих вузов. Матричный подход может способствовать целостному представлению о совокупности критериев и понятий, определяющих наши знания процессов мелиорации и мелиоративных систем.

Выполненная в матрице детализация разделов и тем дополнена «квалификационными деревьями целей», что позволяет наметить пути составления того необходимого минимума знаний, который даст возможность будущим специалистам-проектировщикам ставить и решать задачи оптимизации параметров мелиоративных систем [1].

Таблица 2

Матрица для определения необходимых разделов и тем предметов для студентов, обучающихся по специальности «Гидротехника»

Действие	Результат - продукт						
	вещественно-энергетический (ВЭ)						экономический стоимость, качество, произ- водительность
	вод- ный ре- жим	соле- вой ре- жим	тепло- вой режим	пище- вой режим	сельско- хозяйст- венные культуры (СХК)	результат охраны окружаю- щей среды (РООС)	
1	2	3	4	5	6	7	
Среда: политическая социальная техническая экономическая	1						

		1	2	3	4	5	6	7	
природная: климатическая гидрологическая почвенная геоморфологическая гидрогеологическая биологическая	2	Количественная связь приземного слоя воздуха с почвенным слоем и СХК (постановка граничных условий). Использование теории тепломассопереноса для описания водно-солевого и теплопищевого режимов почвогрунтового слоя. Описание миграции влаги и солей в зоне полного и неполного насыщения для различных типовых гидрогеологических схем				Взаимосвязь природной среды с СХК	Основные положения при охране природной среды	Понятия о стоимостных оценках природных ресурсов и их роль в технико-экономических задачах	
Человек	3	Роль человека в регулировании ВЭ процессами						Трудовые ресурсы при постановке технико-экономических задач	
Материал	4							Закупочные цены и себестоимость СХК	
Информация	5	Методика наблюдений, сбора и анализа информации о водно-сопеевом и тепло-пищевом режимах мелиорируемых земель				Постановка наблюдений за СХК	Постановка наблюдений за РООС	Общие принципы методики и обработки технико-экономической информации	
Модель	6	Вывод основных уравнений тепло-массопереноса и их решение				Математические модели роста и развития СХК	Модели, описывающие РООС	Экономико-математическое моделирование	
Время	7	Установившийся и неуставившийся водно-солевой и тепло-пищевой режимы						Динамические и стохастические технико-экономические задачи	
Управление	8	Управление водно-солевым, тепло-пищевым режимами на мелиорируемых землях. Управление мелиоративной системой, регулирующей ВЭ – процессы				Управление ростом и развитием СХК	Управление РООС	Основные положения по управлению технико-экономическими процессами	
Инженерная система: Гидромелиоративная	9							Требования к взаимной увязке оросительной системы в РООС	Система с позиции системного подхода. Общие принципы функционального, морфологического и информационного описания систем. Иерархия водохозяйственных и сельскохозяйственных систем. Постановка оптимизационных задач в соответствии с иерархией систем. Роль теории принятия решений при моделировании речных бассейнов с некоторым количеством водохозяйственных и мелиоративных систем
-оросительная:	10								
--водосборная	11								
--проводящая	12								
--регулирующая	13								
--осушительная:	14								
--регулирующая	15							Требования к взаимной увязке осушительной системы в РООС	
--проводящая	16								
--водосборная	17								
Сельскохозяйственно-го производства (СХП)	18								
	19	Количественная оценка влияния агрокультуртехники и других приемов возделывания СХК на водно-солевой и теплопищевой режимы							

Процедура построения дерева целей состоит в следующем. Вначале формируют общую (глобальную) цель - передача знаний за определенный срок, которую указывают в самом верхнем (нулевом) уровне дерева. Затем общую цель расчлениают на подцели (основные цели), которые являются элементами первого уровня. Их можно трактовать как знания в виде разделов, теорий, которые необходимо передать студентам для достижения общей цели. Эти знания, в свою очередь, служат целями уже для элементов знания следующего уровня [1].

Далее указывают элементы второго уровня, например, пути достижения основных целей. Им ставят в соответствии знания - элементы третьего уровня и т.д.- до тех пор, пока не будут определены элементы всех уровней, от которых зависит достижение основных целей.

В принципе число уровней дерева целей не ограничено. Каждый его элемент должен быть предельно конкретным. Элементы нижнего уровня – конкретизация путей достижения основных целей (параграфы, пункты и т.д.).

Детализация всей совокупности целей и задач позволяет правильно определить целевое назначение разрабатываемых систем - знаний, которые нужны специалистам при проектировании, строительстве и эксплуатации мелиоративных систем. Поэтому задачу можно поставить следующим образом: какие знания и в каком объеме должны быть переданы будущему специалисту для достижения поставленной цели - проектирования эффективных мелиоративных систем, отвечающих современному уровню технического прогресса, причем при ограниченном ресурсе времени. Однако описание целей и системы знаний только на понятийном уровне оказывается недостаточным для получения обоснованных прогнозов развития системы их передачи.

Если взять временной период написания работ А.Н. Костяковым, то он в основном опирался на объекты мелиорации, на которых располагалось небольшое количество колхозов и совхозов или их частей.

Таких гигантских строек, которые были в последующие годы, особенно перед ликвидацией Министерства мелиорации и водного хозяйства, ни в одной стране мира не было. Поэтому, при осмыслении делались попытки понимания того, чем мы занимаемся, что о подобных системах мы знаем, и что надо как-то по-другому посмотреть на нашу деятельность. Это возникло не на пустом месте, а из потребности понять смысл «проблемы».

Для себя мы понятие «проблемы» сформулировали так, что если мы хотим что-то получить, но у нас это не получается, - значит есть «проблема». Если говорить о крупных системах, которые уже проектировались и были в жизни, они не обеспечивали получение показателей, которые мы хотели бы получить. Вставал вопрос: почему мы не получили, хотя вроде бы всё правильно делали. Оказалось, что нормативные документы, которые использовались при проектировании, не отвечали периоду времени, в котором велось это проектирование. Когда объекты были маленькие, то мелиорация не приводила к проблемам на поле, проблемы появились, когда мелиорацией стали охватывать огромные площади - 200, 300, 600 тыс. га, то есть мы стали заниматься не мелиорацией земель и даже природной среды, а мелиорацией многих сред: политической, социальной, экономической, технической и природной.

Когда нами была высказана мысль о том, что мы занимаемся мелиорацией политической ситуации, политической среды, это вызвало очень негативное отношение. Мы знаем, что при принятии любого крупного, социально значимого решения, открыто говорят, что этот вопрос надо лоббировать, то есть это сейчас многие делают. Наш анализ

показал, что если мы имеем какую-то природную среду на определенной территории и на ней имеется n -е количество разных инженерно-технических устройств, принадлежащих разным отраслям: нефтяникам, энергетикам, сельскому хозяйству и пр., и на эту территорию мы вписываемся со своими инженерными системами для производства продукции, должна производиться увязка с другими отраслями вплоть до политических вопросов. Агроэкономические отделы вели такую увязку и согласование между республиками по использованию водных и земельных ресурсов.

Нормативные же документы, которые имелись в то время, были написаны для систем не такого уровня (ранга). Например, использовалось понятие капиталовложения на один гектар, как было еще при А.Н. Костякове, но был уже комплексный гектар с дорогами, детскими садами, кинотеатрами, больницами и пр., тот есть мы, мелиораторы, трансформировали социально-экономическую и политическую среду, наряду с природной. Отсюда возникал вопрос - как же это все понять и описать с высоты птичьего полета? Если спуститься с высоты птичьего полета, многое не попадет в обозрение. Поэтому правильно было замечено, что надо ввести в проектирование какие-то новые методы, например, математические, но требовался синтез методов более серьезных. Если ранее решали обыкновенные уравнения, потом дифференциальные в частных производных, потом дошли до нелинейных, затем системы уравнений, а далее, когда мы стали понимать процессы более глубоко, то появились системы нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных. Эти системы решить аналитическими методами стало невозможно. Поэтому потребовалась серьезная вычислительная техника и даже очень большой мощности.

Но тогда были непонятны многие вопросы, так как они в тот период в вузах не преподавались. Но действительность такова, что на природной среде есть n -е количество инженерных устройств и параллельно с этим протекает два вида деятельности, с одной стороны, природная деятельность (землетрясения, заболачивание, наводнения и пр.), с другой - деятельность человека, направленная на создание больших и сложных систем управления этими гигантскими устройствами. Постепенно мы пришли к выводу, что на самом деле мелиораторы имеют дело с техноприродными системами. Отсюда следует, что вся нормативная база, при помощи которой должна производиться оценка техноприродных систем, должна быть в корне перестроена.

Для того чтобы ее системно построить и пересмотреть, надо было применить новые знания, которые к этому времени уже получили соответствующее развитие, - это методы системных исследований. Если в научных исследованиях процессов - физических, химических и др. - в основу кладутся какие-либо законы (закон Фика, закон Дарси и т.д.), то для решения проблем деятельно-техноприродных систем (ДТПС) важное место на уровне законов получают специальные структуры. Поэтому, прежде всего, надо разобраться в структурах тех систем, с которыми мы имеем дело. Для этого нами была разработана такая технология, которая позволяет понять, с каким перечнем процессов и теорий мы имеем дело. Она позволяет обозначить и понять, какие процессы в нашей деятельности должны изучаться, какие теории мы должны совершенствовать и улучшать, какого класса надо построить модель будущих специалистов, которые будут создавать подобные системы.

Первоначально нами было предложено зафиксировать понятие мелиорация, как мелиорация среды в широком смысле или сред политической, социальной, экономической, технической, природной и т.д.

Но это показалось страшно. Как это вдруг: мелиорация шире сельского хозяйства! Все привыкли к тому, что мелиорация - это часть сельского хозяйства, хотя многие виды мелиорации не относятся к сельскому хозяйству - борьба с селевыми потоками, наводнениями и т.д. Поэтому решили пойти по-другому пути и ввели понятие природообустройство.

Но я думаю, что природу не надо обустраивать, она сама себя обустроила. Другое дело - нам надо понять, как функционируют деятельно-техно-природные системы, по каким законам они живут, как они развиваются и как нам передать знание о них студентам в период их обучения.

Мы адаптировали множество знаний и сформулировали так: на вход любой деятельности подается четыре компонента - человек, техника, ресурсы, среда. Получается продукт. Обратную связь описали через такие понятия: информация, модель, время и управление. Таким образом, любая деятельность является функцией этих компонентов. Тогда можно утверждать, что та компонента, которая имеется в избытке или недостатке, становится лимитирующей в процессе получения продукции. В результате мы пришли к такому выводу, что наши проекты крупных систем оказываются некондиционными по компонентному составу. Обычно такое заявление вызывает у руководящих работников отрицательные эмоции. Но факт есть факт.

На самом деле что получается? Мы говорили, что мы создаем крупные, сложные системы и одновременно уникальные. Я вполне с этим согласен. Но если какая-то система уникальна, то она должна быть обязательно смоделирована, то есть представлена или через слова, которые являются моделями, или через математические модели, которые описывают количественно процесс. Используя предложенный категорийно-понятийный аппарат, мы построили такую матрицу (см. таблицы 1,2). По

вертикали расположили компоненты входа и обратной связи, а по горизонтали - продукт вещественный, социальный, экономический, технический, интеллектуальный. Если у Винера процесс - черный ящик, то есть: он говорил, что ему не важно, что происходит там внутри, важно, что он имеет наблюдаемые данные по входу и выходу, и, имея это, он строит регрессионные связи, и при помощи этих математических моделей управляет процессом.

Но нам этого было мало. Если для какой-то установки, работающей на заводе, этого может быть достаточно, то когда охватываются колоссальные площади, циркулируют взаимосвязанные потоки поверхностных и подземных вод, происходит мощный массоперенос, водо- и солеперенос и т.д., то требовалось обозначить такое количество процессов, которое мы имеем.

Когда Вы такую матрицу (таблицу) строите, то в полях пространства (клеточках) получаете процессы, которые имеют место при любой деятельности, и одновременно теории, которые надо знать.

Если мы знаем, что даём студентам, построив категорийно-понятийное пространство, то можно определить, что надо дать при повышении квалификации, то есть можно построить модель переподготовки специалистов разного уровня и разных направлений. Например, главные инженеры проектов сегодня в отрасли являются самоучками и их не готовят как генералов производства. Кроме того, важное значение имеет критерий, по которому мы должны сравнивать варианты. Например, использовали приведенные затраты $EK + C$, но для какой системы по компонентному составу мы записали это, мы как-то не задумывались и считали очевидным. Человек у нас входил только зарплатой, то есть мы не учитывали, какой квалификации требуется

человек и какие капиталовложения надо в него сделать, чтобы он мог управлять этой сложной системой и т.д.

Для стадии проектирования должен быть разработан блок, в котором надо отобразить природную среду территории, собственно инженерную систему и отобразить человека. Людей надо готовить и переподготавливать для каждой ДТПС конкретно и заранее, так как они уникальны.

Эти мысли были рождены в результате чувств ответственности за то, что мы делаем, привели меня к тому, что я посвятил несколько лет системным исследованиям, философии и другим областям знаний и пришел к выводу, что при наличии современной вычислительной техники можно отобразить ДТПС, которую мы создаем, для управления ДТПС.

Итак, получение некоего продукта (или продуктов) есть деятельность, которая реализуется через деятельно-техно-природные (ДТП) системы.

ДТП системы могут быть разного уровня (государства, республики, края, области, района, хозяйства (совхоза, колхоза, фермы, индивидуума)).

Поэтому ДТП системы образуют ряд от больших и сложных до простых (человек, лопата, земля и т.д.).

Выполненный анализ ДТП систем различных уровней показал, что их компонентный состав инвариантен, то есть остается постоянным и включает три основных блока:

- среду (в широком смысле: политическую, социальную, экологическую, технологическую и природную как окружающую);
- комплекс инженерных систем;
- природную среду как объект воздействия и взаимодействия.

Природная среда, на которой разворачиваются все действия, комплекс инженерных систем, при помощи которых реализуются технологии получения неких продуктов и сам человек и его деятельность.

Каждая из этих компонент раскрывается на следующем уровне своим компонентным составом.

Так природная среда описывается климатическими, почвенными, гидрогеологическими, геологическими, инженерно-геологическими условиями. Каждое условие раскрывается через свои показатели, например, климатические: через температуру, осадки и т.д.

Инженерные комплексы образуются от уровня рассмотрения в сети железных дорог, энергоснабжения, водоснабжения, промстройбазы и т.д. до лопаты в руках индивидуума.

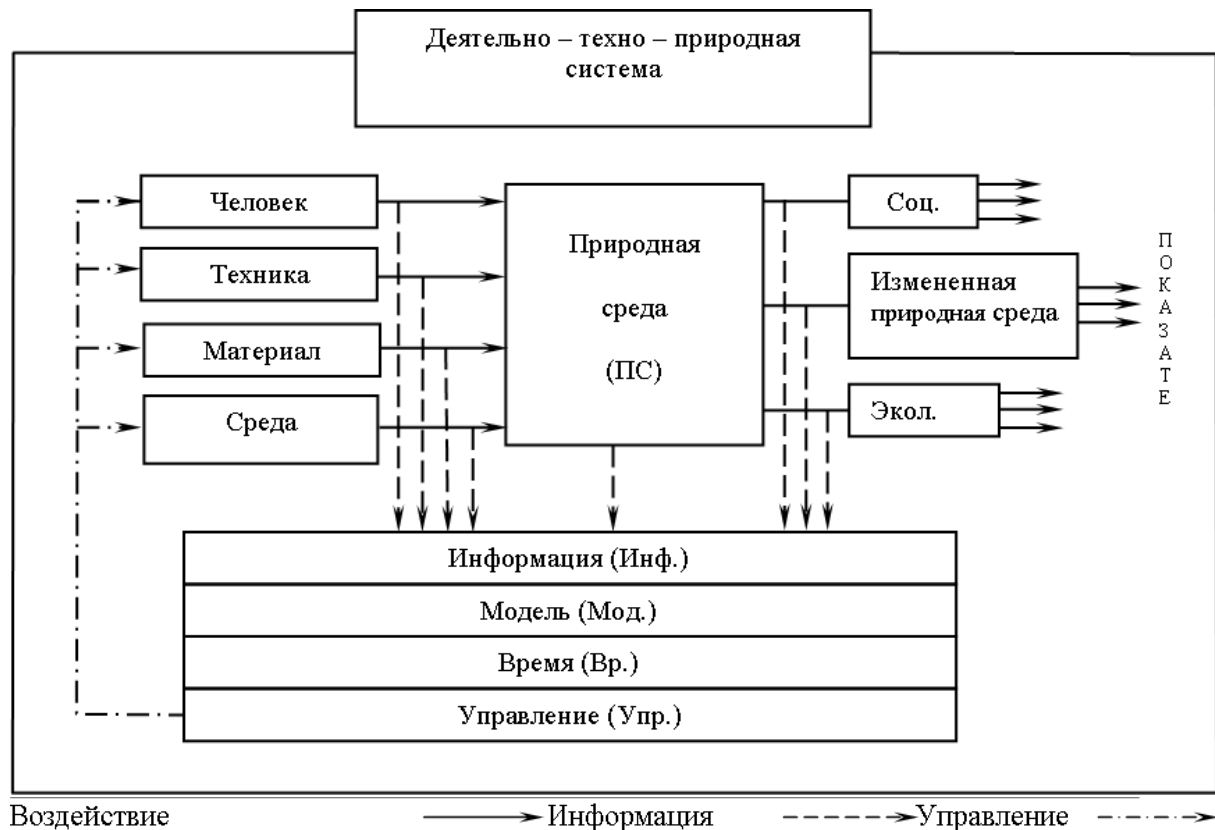
Деятельность - это, во-первых, сам человек (с его навыками, умениями, знаниями и т.д., во-вторых, это способы управления во времени, информация, модели, которыми он мыслит и использует в своей деятельности и, наконец, продукт деятельности (интеллектуальный, вещественный, энергетический, социальный, экономический и т.д.).

Структуру любой деятельности можно представить в виде схемы:



вход, процесс, выход, обратная связь.

Морфологическую структуру деятельно-техно-природных систем, учитывая изложенное выше, представим в виде:



Если введенные компоненты разнести следующим образом:

– на входе подается человек, инженерная система, материальный ресурс, среда;

– на выходе – продукт (в широком смысле).

Обратная связь содержит: информацию, модель, время, управление.

Можно построить категориюно-понятийное пространство. Вход и обратную связь расположить по вертикали, а продукт деятельности - по горизонтали, получим категориюно - понятийную матрицу ДТПС.

Категорийно - понятийная матрица деятельно – техно – природной системы:

Результат Действие	Продукт												
	Измененная природная (ИПС)			Экологическая среда (ЭС)				Социально- экономическая среда (СЭС)					
Человек (Чел.) Техника (Тех.) Материал (Мат.) Среда (Ср.)	1.1												
Информация (Инф.)													
Модель (Мод.)													
Время (Вр.)													
Управление (Упр.)	8.1												

$$P = \Phi(\text{Чел}, \text{Тех}, \text{Мат}, \text{Ср}, \text{Инф}, \text{Мод}, \text{Вр}, \text{Упр})$$

То есть продукт (в широком смысле) является функцией восьми компонент :

$$P = \Phi(\text{Чел.}, \text{Среда}, \text{Инж. сист.}, \text{Матер.}, \text{Инф.}, \text{Модель}, \text{Время}, \text{Упр.}).$$

Каждая клеточка категорийно-понятийной матрицы является неким элементарным процессом. Например: 1.1 - влияние человека на получение компонента измененной природной среды и т.д. При этом каждую компоненту можно рассматривать с двух позиций: с физической (материальной) и абстрактной, например, человек с его физическими характеристиками или его формализованное представление. Таким образом, мы имеем два категорийно-понятийных дерева: дерево действия и дерево продукта, которые могут иметь понятия следующих уровней: например, среда (политическая, социальная, экономическая, техническая, природная), а например, природная среда: климатические, гидрологические, почвенные, гидрогеологические, инженерно-геологические, биологические условия. В свою очередь, например, климатические условия описываются: радиацией, осадками и т.д.

Аналогично можно расписать любое из понятий, приведенных в категориально-понятийной матрице, то есть построить (для данной предметной области) категориально-понятийное дерево. Построив, таким образом, два дерева: ДЕЙСТВИЕ и ПРОДУКТ, можно переходить к рассмотрению множества пар вершин обоих деревьев. Такое множество называется категориально-понятийным пространством и, по-нашему мнению, является удобным представлением для построения карты знаний о процессах и технологиях их реализующих. В данном случае знания в той или иной форме отражающие влияние определенного действия на некоторый продукт помещаются в соответствующую точку категориально-понятийного пространства, что и составляет базу знаний о данной предметной области.

Суть дела состоит в следующем:

1. Рассматривается макроуровень, то есть природная среда, на которой имеется множество технических объектов разного назначения (техноприродная система - ТПС). В рамках этой техноприродной системы протекают две деятельности природная и человеческая, то есть в конечном представлении мы имеем дело с деятельно-техно-природными системами (ДТПС).

2. Человеческая деятельность состоит из 9 компонентов: человек, техника (инженерные системы), среда (в широком смысле: политическая, социальная, экономическая, техническая и природная, слагающаяся из климатических, гидрологических, гидрогеологических, инженерно-геологических и почвенных условий), ресурсы (в широком смысле), информация, модели (в широком смысле: физические и абстрактные), время, управление и продукт (в широком смысле: политический, социальный, экономический, технический, природный - измененный и интеллектуальный).

3. Следующим этапом строится категорийно-понятийное пространство (КПП) или матрица, то есть таблица по следующему правилу: 8 компонентов (человек, техника, среда, ресурсы, информация, модели, время, управление) располагаются в 0-м столбце в 8 строках по одному компоненту. Компонент продукт в 0-й строке с расшифровкой: политический, социальный, экономический, технический, природный - измененный и интеллектуальный. Или, например: вещественный, энергетический, социальный, экономический, интеллектуальный (в зависимости от макроуровня).

4. Пространство, образуемое двумя векторами: нулевым столбцом (из категорий и общенаучных понятий) и нулевой строкой (из категорий и общенаучных понятий) и разбитое таким образом на ячейки, содержит представление обо всех процессах, протекающих в ДТПС.

5. КПП на макроуровне моделирует перечень теорий (моделей), описывающих развитие и функционирование деятельно-техно-природных систем (ДТПС), включающих в себя 9 компонентов.

6. Каждая из компонентов на первом этапе представляется морфологической моделью (таблицей), построенной по определенному правилу, с программным продуктом, позволяющим производить ее обработку и интегрировать содержательное и количественное описание.

7. Полученные описания в дальнейшем используются для построения технологии принятия решений по развитию и функционированию деятельно-техно-природных систем.

8. Описание элементов технологии принятия решений на макроуровне приводится в монографии «Системные исследования мелиоративных процессов и систем. М. 1995» и других работах.

Ниже приводятся фрагменты «электронной оболочки» для построения «Карты знаний» ДТП систем:

причины	матрица оценки деятельно – техно – природных систем				
	оценка визуальная	измерительная	логика-математическая	экономическая	интеллектуальная
моральный (физический) износ	Состав 1.1	Состав 1.2	Состав 1.3	Состав 1.4	Состав 1.5
ошибка проектирования	Состав 2.1	Состав 2.2	Состав 2.3	Состав 2.4	Состав 2.5
достройка плановая	Состав 3.1	Состав 3.2	Состав 3.3	Состав 3.4	Состав 3.5
дополнение (развитие)	Состав 4.1	Состав 4.2	Состав 4.3	Состав	Состав 4.5

<http://rex1lm.pochta.ru/oboloch01.htm>

МЕНЮ: DOC, XLS, KPM00

[DOC](#)

[XLS](#)

[KPM00](#)

Рис. 2 Пример «Меню 1»

Действие	Продукт (результат)				
	Вещественный	Энергетический	Социальный	Экономический	Интеллектуальный
Человек	Процесс 1.1	Процесс 1.2	Процесс 1.3	Процесс 1.4	Процесс 1.5
Среда	Процесс 2.1	Процесс 2.2	Процесс 2.3	Процесс 2.4	Процесс 2.5
Инженерная система	Процесс 3.1	Процесс 3.2	Процесс 3.3	Процесс 3.4	Процесс 3.5
Материал	Процесс 4.1	Процесс 4.2	Процесс 4.3	Процесс 4.4	Процесс 4.5
Информация	Процесс 5.1	Процесс 5.2	Процесс 5.3	Процесс 5.4	Процесс 5.5
Модель	Процесс 6.1	Процесс 6.2	Процесс 6.3	Процесс 6.4	Процесс 6.5
Время	Процесс 7.1	Процесс 7.2	Процесс 7.3	Процесс 7.4	Процесс 7.5
Управление	Процесс 8.1	Процесс 8.2	Процесс 8.3	Процесс 8.4	Процесс 8.5

Категорийно-понятийная матрица процессов деятельно-техно-природных систем

<http://rex1m.pochta.ru/oboloch01.htm>

Рис. 3. Пример «Матрицы процессов»

МЕНЮ: DOC, XLS

[DOC](#)

[XLS](#)

Рис. 4. Пример «Меню 2»

Библиографический список

1. Рекс Л. М. Системные исследования мелиоративных процессов и систем. М., 1995.
2. Рекс Л.М., Ковалев В.А., Лазовский В.В., Шайтан Б.И. Деловая игра «Проблемная ориентация». М., 1996.
3. Рекс Л.М., Ростопшин Ю.А., Русинов П.С., Руссман И.Б. Умывакин В.М. Интегральные оценки экологической безопасности в проблемах рационального природопользования в регионе. М., 1999.
4. Рекс Л.М., Русинов П.С., Умывакин В.М. Автоматизированная методика формирования перечня существенных показателей геообъектов на основе анализа иерархических структур природно-хозяйственных условий территории региона. Воронеж, 1999.
5. Рекс Л. М., Жердев В.Н., П.С.Русинов, Умывакин В.М. Геоинформационно - аналитические технологии построения комплексных тематических карт территории для целей мониторинга и управления земельными ресурсами в ЦЧР. Вестник Воронежского отдела Русского географического общества. Воронеж, 1999. Т. 1. Вып. 2.
6. Рекс Л.М., Русинов П.С., Умывакин В.М. Автоматизированная методика комплексного, природно-хозяйственного районирования территории для целей мониторинга и управления земельными ресурсами в ЦЧР. Воронеж, 1999.
7. Рекс Л.М., Русинов П.С., Умывакин В.М. Комплексная оценка экологической безопасности объектов мониторинга и управления земельными ресурсами в ЦЧР. Экологическая безопасность и здоровье людей в XXI веке: Материалы (статьи, краткие сообщ. и тез. докл.) VI Всеросс. науч.-практ. конф., г. Белгород, 10-12 октября 2000 г. Белгород, 2000.
8. Рекс Л.М. Концепция и технология новых разработок в мелиоративной деятельности. //Мелиорация и водное хозяйства, 2000. № 2.

9. Рекс Л.М. Жизненный и творческий путь академика С.Ф. Аверьянова. М.: Россельхозакадемия, 2002.
10. Рекс Л.М. Деятельно-техно-природные системы и природообустройство. В книге “Устойчивое развитие административных территории и лесопарковых хозяйств”. Проблемы и пути их решения. Материалы научно-практической конференции 30-31 октября 2002 г. М., 2002.
11. Рекс Л.М. Деятельно-техно-природные системы. Экологические проблемы мелиорации (Костяковские чтения) Международная конференция, 27-28 марта 2002 года. Материалы конференции. М., 2002.
12. Рекс Л.М. Природообустройство. Экологические проблемы мелиорации (Костяковские чтения) Международная конференция, 27-28 марта 2002 года. Материалы конференции. М., 2002.
13. Рекс Л.М. Системные исследования и информатика деятельно-техно-природных систем. Учебное пособие. М.: МГУП, 2004. Ч. 1.
14. Рекс Л. М., Системные исследования и информатика деятельно-техно-природных систем. Юбилейный сборник научных трудов (том II): Мелиорация и окружающая среда. М., 2004.