

ГЛАВА 3. СИСТЕМА МОНИТОРИНГА РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

3.1. Компетентностная модель процессов мониторинга результатов образовательной деятельности

Под компетентностным подходом понимается метод моделирования результатов образования и их представление как норм качества образования.

При этом нормы качества образования должны быть заложены в Государственных образовательных стандартах.

Многочисленные исследования отечественных ученых показывает, что действующие Государственные стандарты как нормы качества образования имеют существенные недостатки.

Это, прежде всего, неудовлетворительное соотношение «знаниевых» и «деятельностных» требований к подготовке специалиста, поскольку знаниевая составляющая доминирует.

Далее, деятельностные характеристики профессиональной подготовленности имеют расплывчатые формулировки, которые не дают возможности их идентифицировать как показатели качества.

Возможность оценки качества образования выпускников колледжа на основе укрупненных показателей (уровень профессиональной мотивации, мировоззрение, нравственность, готовность к профессиональной деятельности) в действующих стандартах проблематична.

Излишняя детализация квалификационных характеристик и требований затрудняет процесс оценки и разделяет его на дисциплины, что существенно снижает целостность результата.

Качество профессионального образования нельзя сводить к сумме уровней качества обучения по отдельным дисциплинам.

Вышеизложенные соображения, а также теоретические и методологические принципы изложенные ранее (разделы 2.6, 2.7) являются системной основой предлагаемой ниже компетентностной модели процессов мониторинга результатов образовательной деятельности (рис. 3.1).

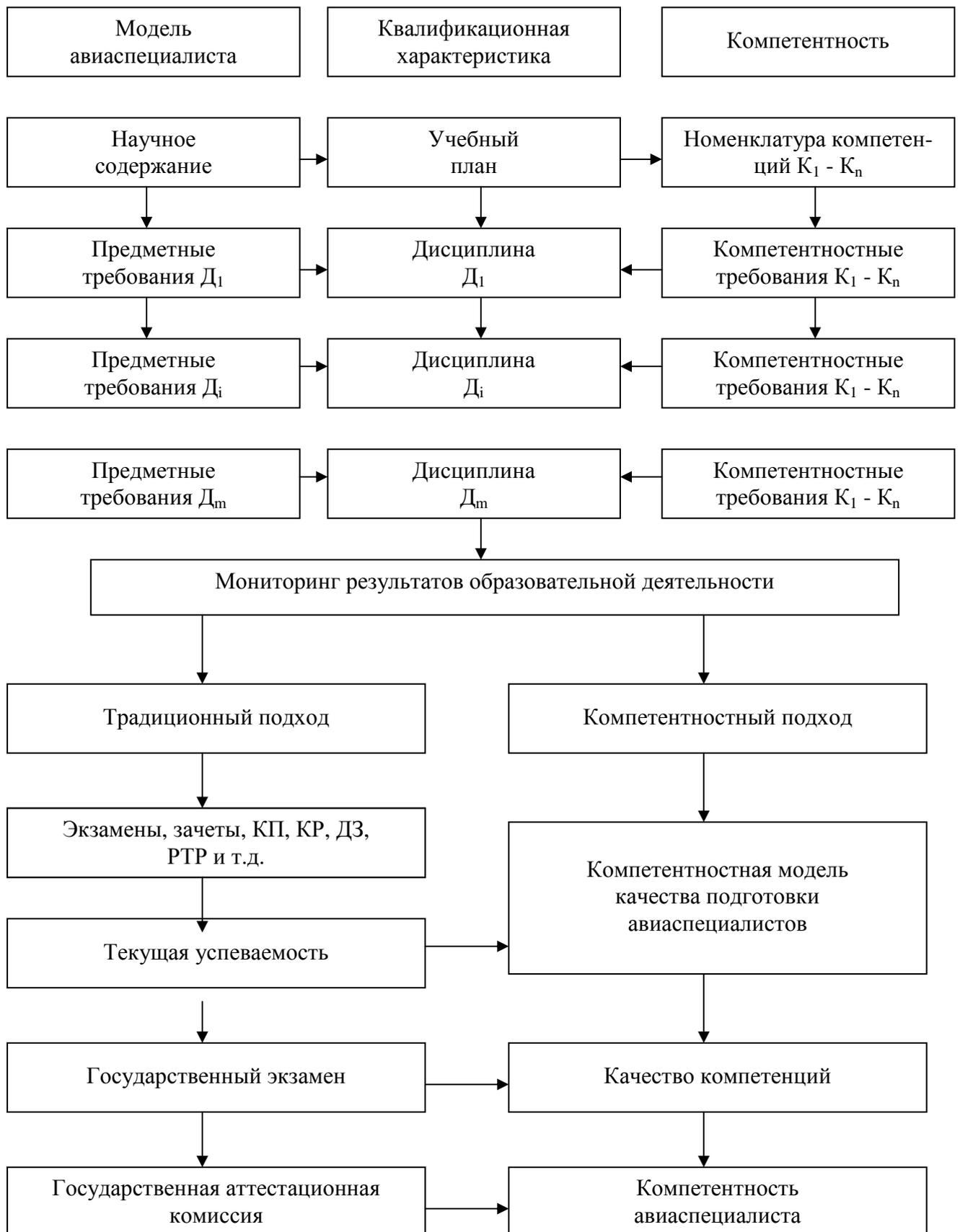


Рис. 3.1. Компетентностная модель процессов мониторинга результатов образовательной деятельности

Модель включает следующие процессы:

1. Процессы, относящиеся к традиционному подходу:

- формирование модели авиаспециалиста;
- разработка квалификационной характеристики авиаспециалиста;
- разработка учебного плана по специальности;
- отбор научного содержания, обеспечивающего подготовку авиаспециалиста по данной специальности;
- формирование совокупности дисциплин, обеспечивающих данный учебный план;
- формирование предметных требований, определяющих уровень подготовки по каждой дисциплине;
- создание системы мониторинга результатов образовательной деятельности (система контроля уровня обученности – успеваемость);
- разработка средств, методов и форм контроля успеваемости;
- подготовка и проведение государственного экзамена по специальности;
- подготовка и реализация дипломного проектирования.

Итогом реализации всех процессов мониторинга результатов образовательной деятельности в традиционном варианте является успеваемость (текущая и завершающая), понимаемая как соответствие минимальным предметным требованиям по отдельным дисциплинам. Такой результат весьма относительно диагностирует соответствие полученного результата (готовый специалист) требованиям модели авиаспециалиста и его квалификационной характеристики.

2. Процессы, относящиеся к компетентностному подходу:

- определение компетентности специалиста по данной специальности;
- формирование номенклатуры компетенций, обеспечивающих указанную компетентность;
- корректировка учебного плана на предмет соответствия номенклатуре компетентностей;
- корректировка научного содержания дисциплины с целью определения его однозначного соответствия компетентности авиаспециалиста;

- оптимизация состава дисциплин с целью его соответствия номенклатуре компетенций;
- формирование компетентностных требований к каждой дисциплине учебного плана и разделам этих дисциплин;
- создание системы мониторинга результатов образовательной (система оценки качества компетенций);
- разработка компетентностной модели качества подготовки авиаспециалистов;
- определение количественных значений качества компетенций;
- определение количественного значения качества компетентности авиаспециалиста как результата образовательной деятельности.

Итогом реализации всех процессов мониторинга результатов образовательной деятельности в компетентностном формате, когда происходит совмещение, взаимная ассимиляция процессов традиционного и компетентностного подходов, является компетентность как результирующее качество подготовки авиаспециалиста.

Важно отметить следующие обстоятельства. Компетентностная модель предполагает, что предметные требования к каждой дисциплине, вытекающие из модели специалиста и его квалификационной характеристики, трансформируются в компетентностные требования, т.е. распределяются по компетенциям, при этом, возможен вариант, когда часть предметных требований теряется. Это означает, что эти требования, следовательно, и соответствующее им научное содержание дисциплин не работает на конечную цель обучения специалиста – на его компетентность как результат обучения, и их можно исключить.

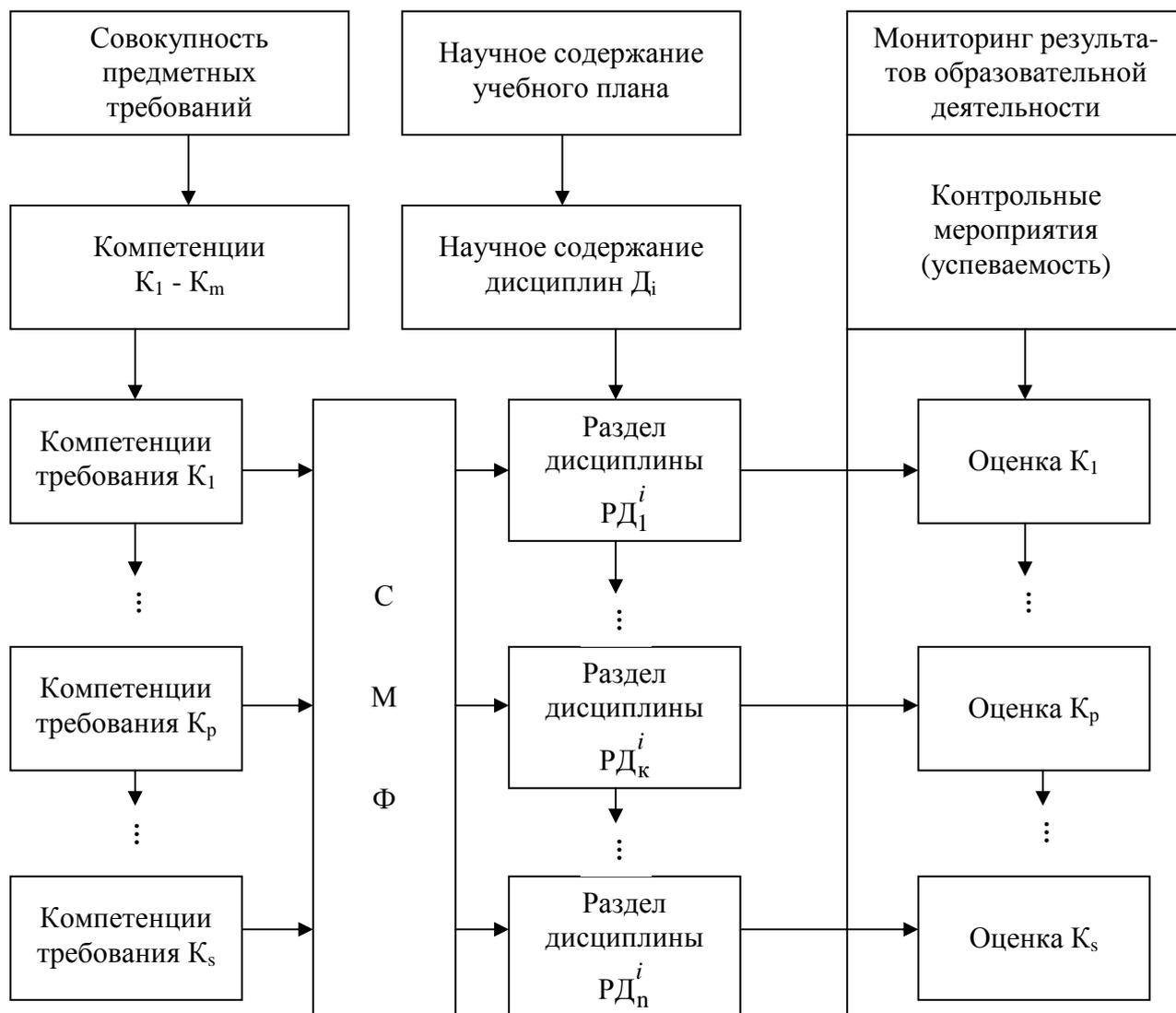
Распределение требований заложенных в каждой компетенции по дисциплинам легко описать бинарной матрицей (табл. 3.1). При этом возможен вариант, когда требования одной компетенции относятся по всем дисциплинам, т.е. распределяются по всем дисциплинам, и не возможен вариант, когда требования какой-то компетенции не отражены ни в одной дисциплине, что означает недоработку учебного плана.

Таблица 3.1

Дисциплины Компетенции	Д ₁	Д ₂	Д ₃	Д ₄	Д _i	Д _{m-2}	Д _{m-1}	Д _m
Требования К ₁								
Требования К ₂								
Требования К ₃								
Требования К _к								
Требования К _{n-1}								
Требования К _n								

Рассмотрим процесс мониторинга результатов на примере одной дисциплины в компетентностном варианте (рис. 3.2).

В приложении к отдельной дисциплине предметные требования уже не фигурируют, поскольку они уже трансформированы в совокупность компетентностных требований, распределенных по компетенциям. Применительно к отдельной дисциплине Д_i набор компетенций К₁ ... К_p ... К_s выбирается из общей совокупности компетенций К₁ - К_n при этом $\in (К_1 - К_s) \leq \in (К_1 - К_n)$. Требования компетенций предъявляются к отдельным разделам дисциплины при этом возможен вариант, когда одна компетенция распределяется по всем разделам (К₂) и вариант, когда часть компетенций в данной дисциплине не участвует. При этом в итоге выполнения мониторинга мы получаем компетентностные оценки обученности по разделам данной дисциплины, т.е. успеваемость. Однако, эти оценки еще не дают возможности говорить о качестве подготовки авиаспециалиста. Отсюда возникает следующая важнейшая задача: разработка компетентностной модели качества подготовки авиаспециалистов.



К \ РД _i	РД ₁ ⁱ	РД ₂ ⁱ	РД ₃ ⁱ	РД _k ⁱ	РД _{n-1} ⁱ	РД _n ⁱ
Компетенция K_1						
Компетенция K_2						
Компетенция K_p						
Компетенция K_{s-1}						
Компетенция K_s						

Рис. 3.2. Компетентностная модель процессов мониторинга результатов обучения по дисциплине

3.2. Компетентностная модель качества профессиональной подготовки авиаспециалистов

Компетентностная модель качества профессиональной подготовки основана на понятии качество компетенции (раздел 2.7) и реализует подходы и методы теории квалиметрии.

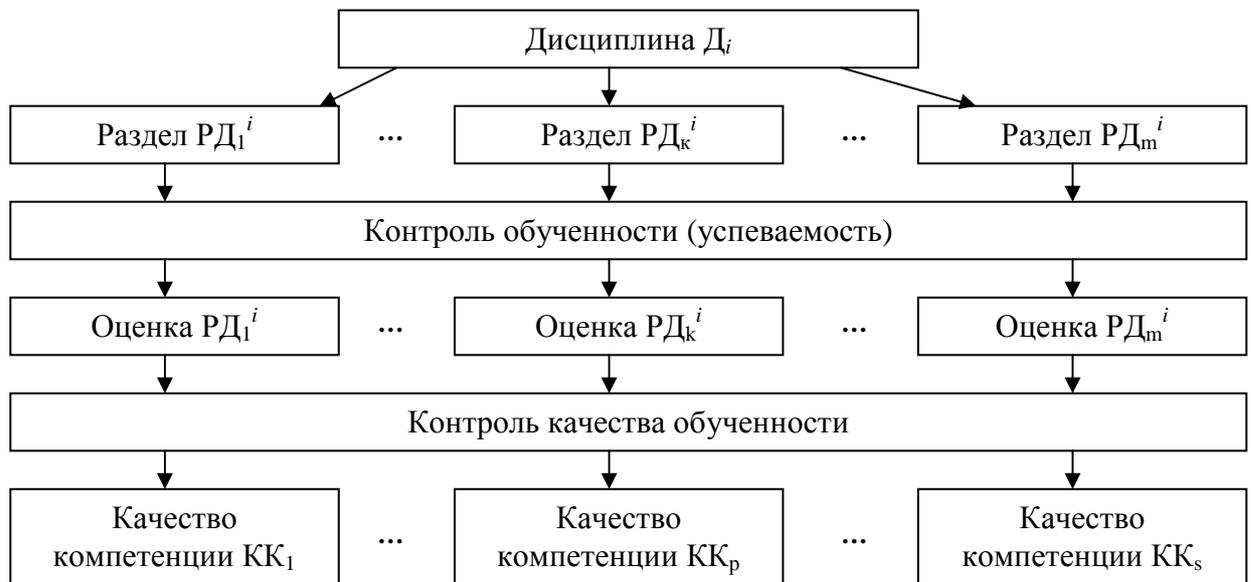
Основной задачей, которая решается при разработке компетентностной модели качества, является проблема трансформации результатов мониторинга в форме текущей и итоговой успеваемости обучаемого в формат качества компетенций и компетентность авиаспециалиста как качество результата образовательной деятельности.

Решим эту задачу применительно к отдельной дисциплине (рис. 3.3). Исходной информацией для решения данной задачи можно считать:

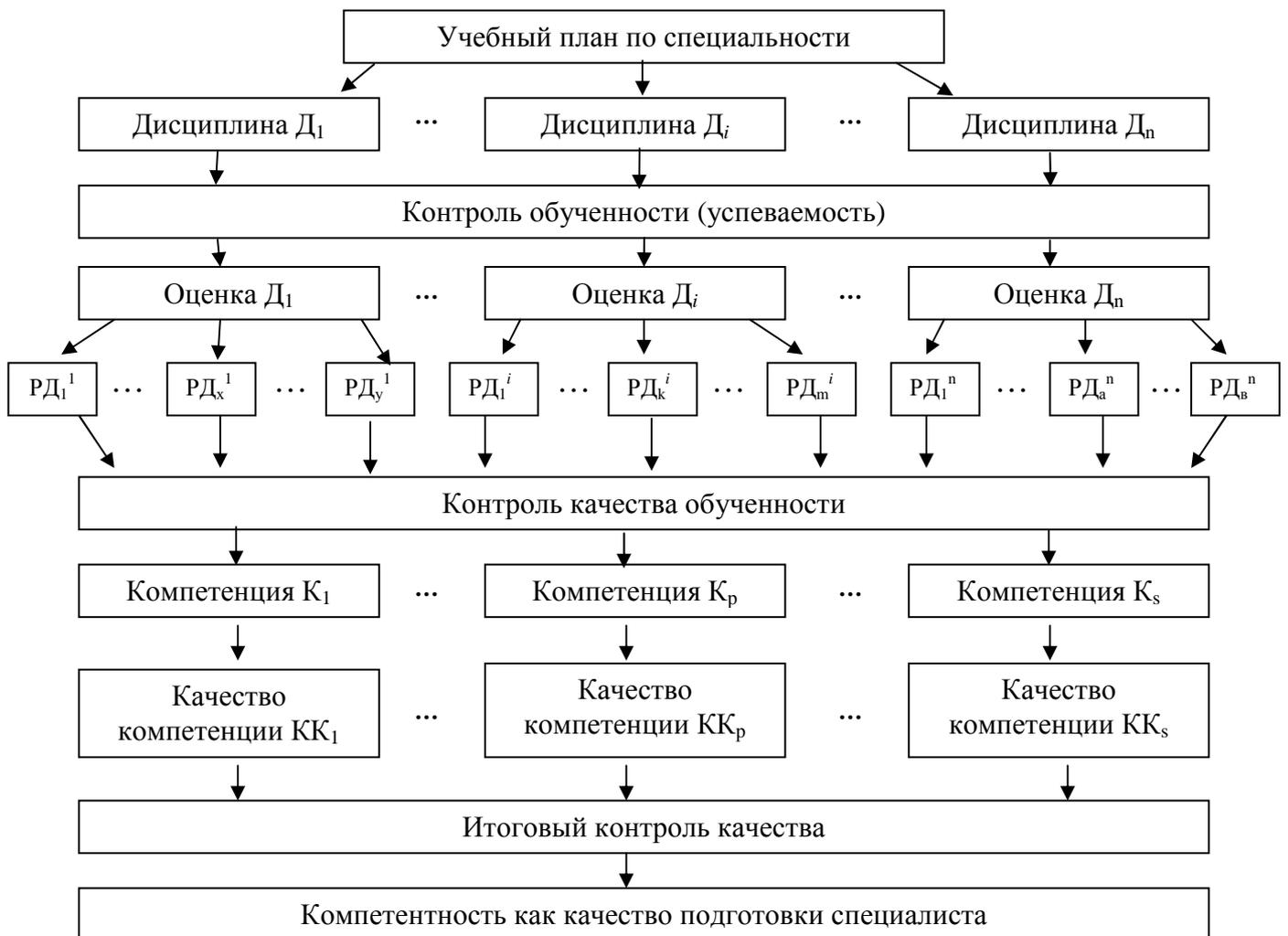
- учебная дисциплина (ее научное содержание) структурирована по разделам;
- каждый раздел дисциплины обеспечивает (с точки зрения выполнения требований) одну или несколько компетенций;
- разделов дисциплины, не связанных ни с одной компетенцией, не должно быть;
- процесс обучения по дисциплине остается традиционным.

Сформулируем проблему. Итоговая оценка уровня обученности по дисциплине в баллах не дает информации (по крайней мере напрямую) о степени приближения к конечному результату процесса подготовки авиаспециалиста и о качестве его подготовки.

Решение проблемы основано на дуальности понятия компетенция: сущность компетенции выступает в двух формах – как результат образовательной деятельности и как требования к подготовке авиаспециалиста (рис. 3.4). Поскольку качество понимается как степень соответствия присущих характеристик требованиям, качество компетенции (или компетенция как качество) определяются как степень соответствия результатов образовательной деятельности требованиям к ним, заключенным в данной компетенции. Это соответствие отображается в форме показателя качества, а его оценка, полученная экспертным путем, отражает степень соответствия.



а) по дисциплине



б) по специальности

Рис. 3.3. Процедура трансформации результатов мониторинга в формат качества

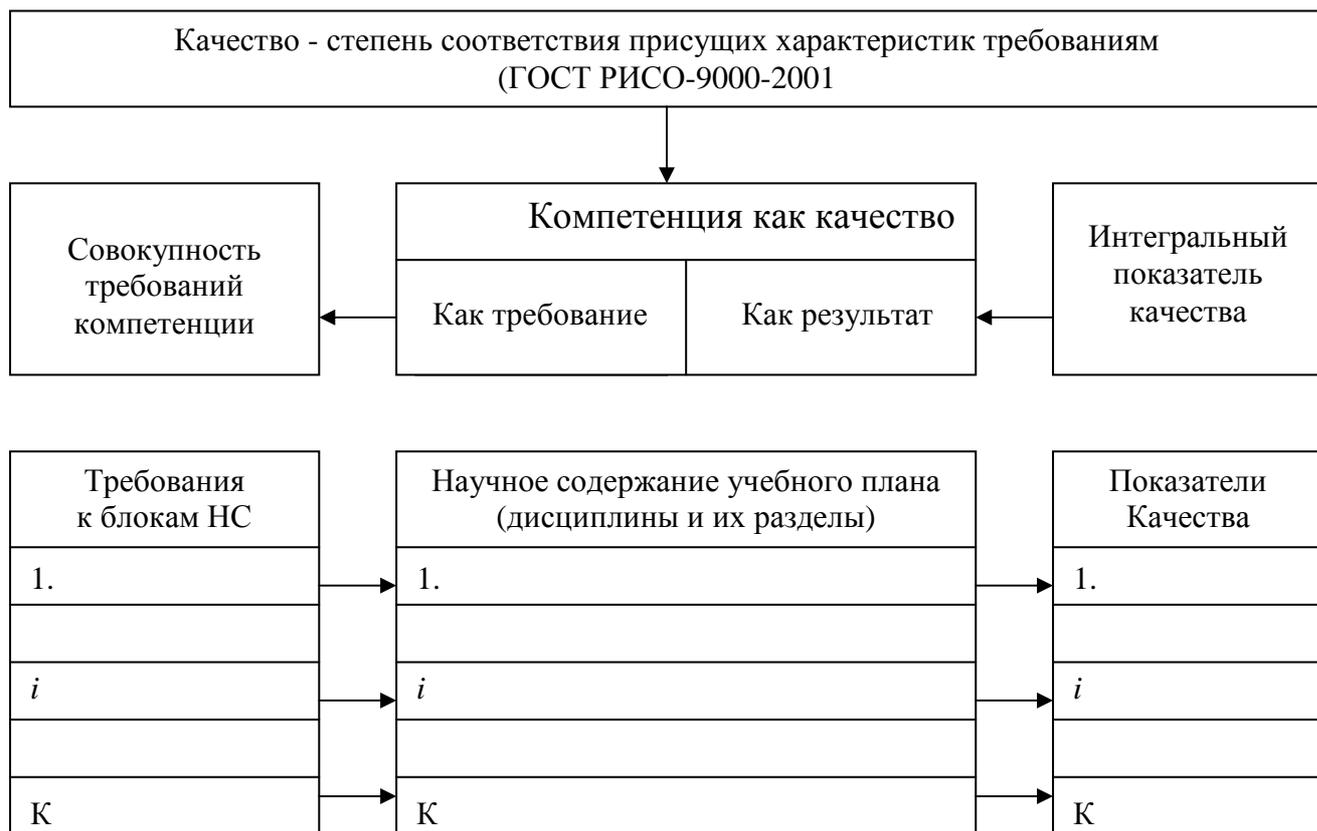


Рис. 3.4. К вопросу о дуальности понятия компетенция

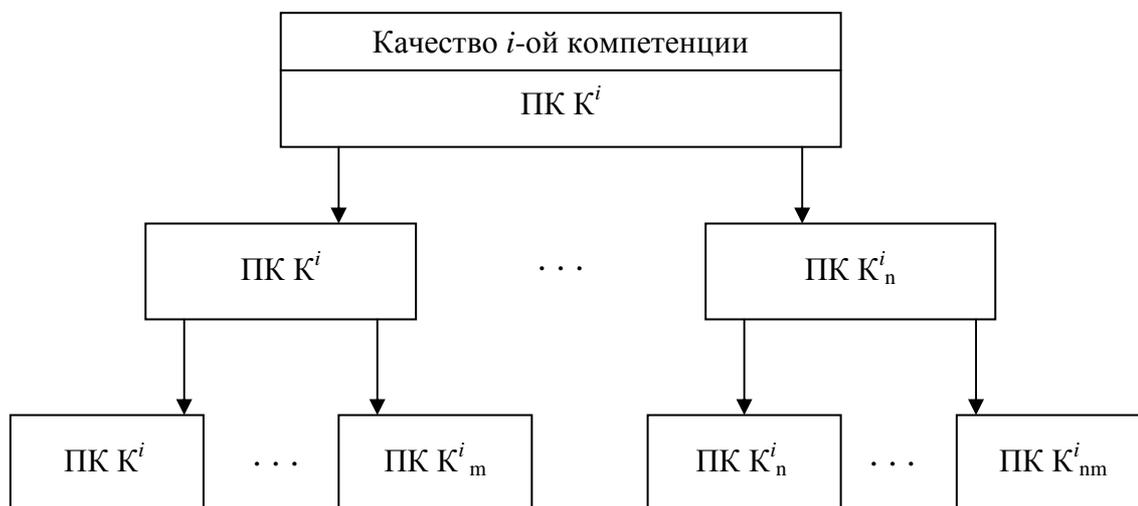


Рис. 3.5. Иерархическая модель качества i -ой компетенции

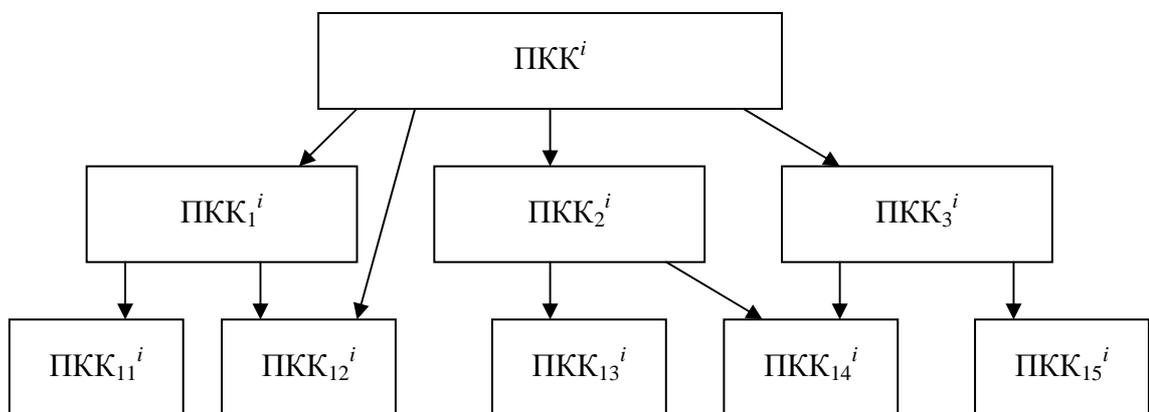
Тогда модель качества применительно к отдельной компетенции имеет вид, представленный на рис. 3.5.

При этом следует учесть, что иерархия должна быть строгая, т.е. объекты верхнего уровня иерархии однозначно связаны с объектами нижнего уровня так, что каждый объект нижнего уровня иерархии связан только с одним объектом верхнего, а связи через уровень иерархии недопустимы. Если, все-таки, в результате структуризации получилась структура, показанная на рис. 3.6а, необходимо переструктурировать модель качества так, как показано на рис. 3.6б. Показатель качества ПК K_{12}^i (рис. 3.6а) имеет связи с тремя показателями верхнего уровня ПКК₁², ПККⁱ и ПКК₂ⁱ, что недопустимо, поэтому ПК K_{12}^i делится на три показателя ПК K_{12}^i , ПК $K_{Д1}^i$, ПК $K_{Д2}^i$, которые имеют назначение связи с показателями верхних уровней, также как показатель ПК K_{14}^i (рис. 3.6а) делится на два показателя ПК K_{14}^i и ПК $K_{Д3}^i$ (рис. 3.6б).

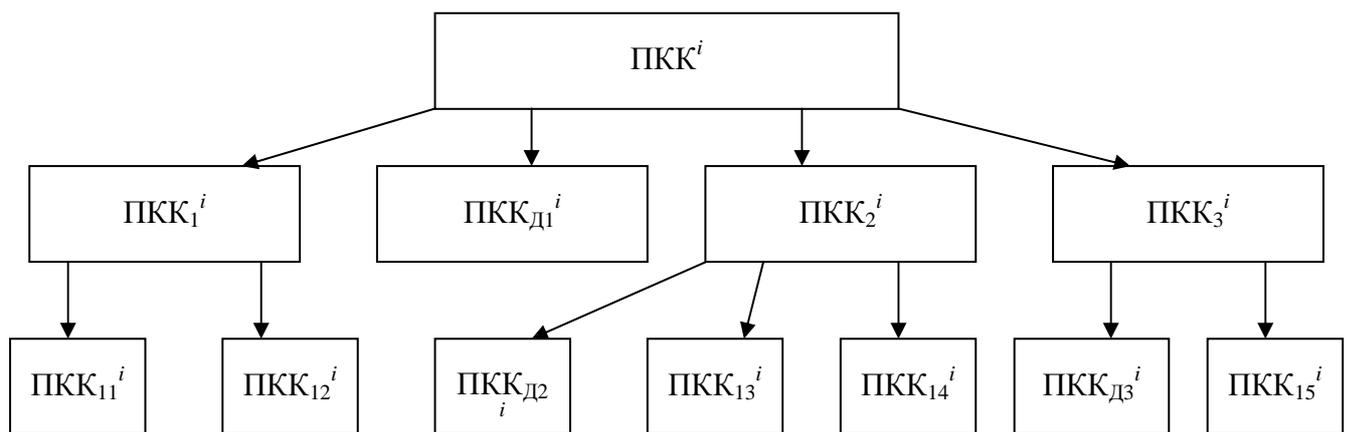
С учетом вышеизложенного модель качества профессиональной подготовки авиаспециалиста в компетентностном имеет вид (рис. 3.7). Уровни иерархии компетенций построены в результате исследования различных номенклатур, предложенных отечественными и зарубежными авторами (разделы 1.4, 1.5, 2.4). При этом уровни иерархии профессиональных компетенций предложены авторам и отражают наше понимание проблемы компетенций в современном образовательном процессе.

Профессиональные компетенции (интегральные), рассматриваемые как результат образовательной деятельности, отражают в своей совокупности квалификационную характеристику авиаспециалиста и совместно с академическими и ключевыми компетенциями формируют компетентность специалиста как качество его профессиональной подготовки.

Профессиональные компетенции (функциональные) отражают профессиональные функции специалиста, основанные на знании предметной области и умении их применить для решения профессиональных задач.



а) ошибочная структура



б) правильная структура

Рис. 3.6. Варианты иерархических структур номенклатуры показателей в модели качества

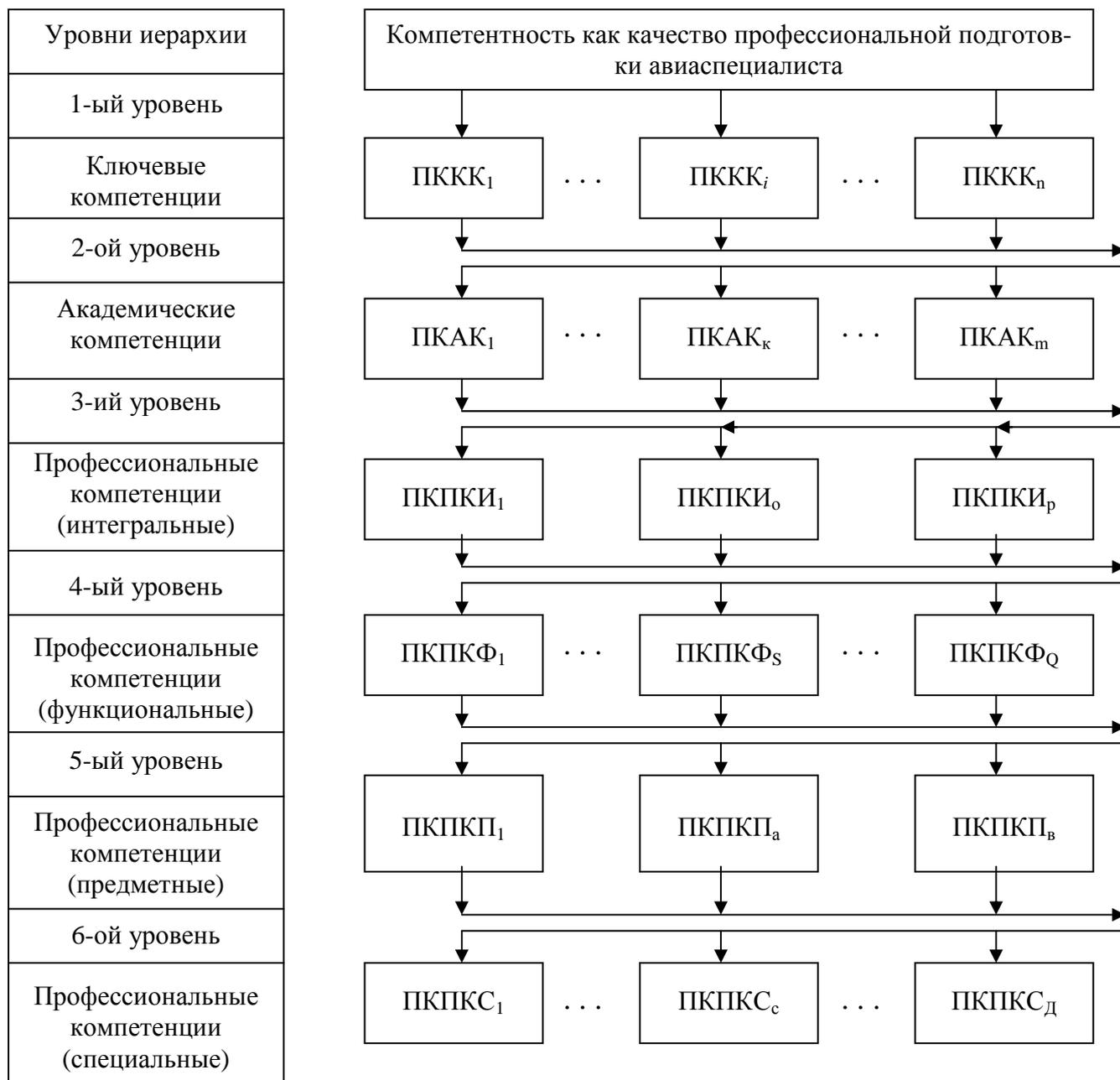


Рис. 3.7. Модель качества профессиональной подготовки авиаспециалиста в компетентностном формате

Профессиональные компетенции (предметные) отражают ориентировку специалиста в наборе дисциплины конкретного учебного плана и содержат требования - результат конкретной дисциплины. Профессиональные компетенции (специальные) отражают конкретные знания - умения выполнять определенные профессиональные задания (решать задачи). Предметные и специальные профессиональные компетенции образуют полный набор компетенции, который формирует профессиональную направленность компетентности специалиста. Именно они однозначно соответствуют научному содержанию учебного плана. Именно они формируют, в основном, функциональные и интегральные компетенции. В свою очередь, академические компетенции частично формируются за счет интегральных, профессиональных компетенций, а частично имеют самостоятельное значение.

Ключевые компетенции формируются на протяжении всего активного периода профессиональной деятельности специалиста и создают специалиста как личность.

Следует заметить, что имеют право быть и другие типы иерархии компетенций.

Модель качества является основой системы мониторинга качества образовательной деятельности. На ее основе решается следующая важная задача – задача распределения научного содержания дисциплин учебного плана по компетенциям.

На первый взгляд задача решается достаточно просто: каждой компетенции ставится в соответствии определенный раздел какой-то дисциплины (рис. 3.8). При этом возможен вариант, представленный на рис. 3.9., где рассмотрен конкретный набор компетенций: ключевые КК = 4, академические АК = 6, профессиональные интегральные ПКИ = 7, профессиональные функциональные ПКФ = 4, профессиональные предметные ПКП = 5, профессиональные специальные ПКС = 14. Ноль или единица в матрице означает отсутствие или наличие данной связи между компетенциями.

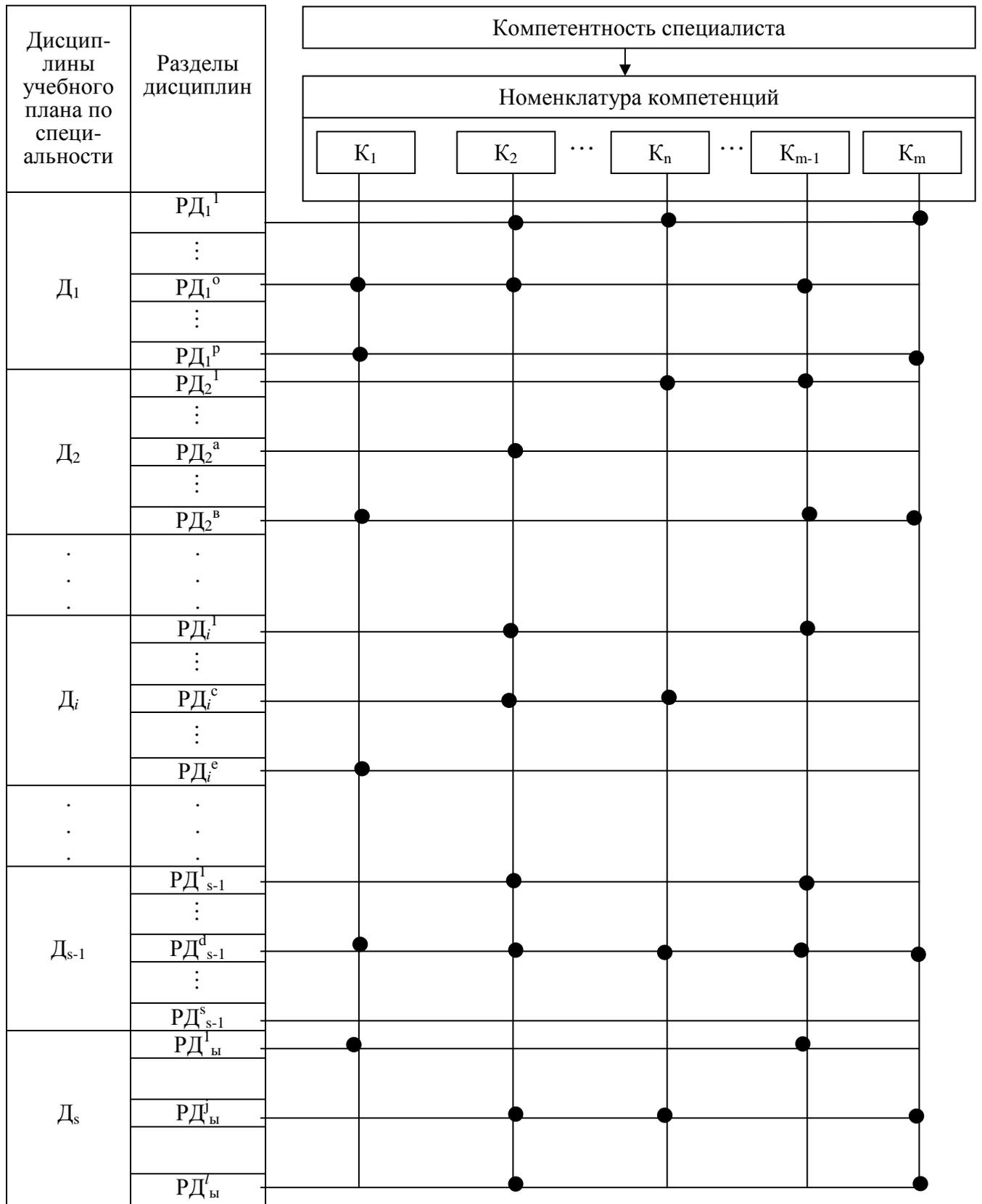


Рис. 3.8. Матрица соответствия компетенций и научного содержания разделов дисциплин

1. Уровни иерархии	К		1. Ключевые компетенции				2. Академические компетенции						3. Профессиональные компетенции (интегральные)							4. Профессион. Компетенции (функциональные)				5. Профессиональные компетенции (предметные)							
	К		1	2	3	4																							1	2	3
2. Академические компетенции	1		0	0	1	0																									
	2		1	1	0	0																									
	3		1	0	1	0																									
	4		0	1	1	1																									
	5		0	0	1	0	1	2	3	4	5	6																			
	6		0	1	1	1																									
3. Профессиональные компетенции (интегральные)	1		0	0	0	0	1	0	1	0	1	1																			
	2		1	0	0	0	0	1	0	1	1	0																			
	3		0	1	0	0	1	1	0	0	1	0																			
	4		1	0	0	0	1	1	0	1	0	0																			
	5		0	1	1	0	0	0	0	1	0	0																			
	6		1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	2	3	4	5	6	7												
	7		1	0	0	0	0	0	1	0	0	1																			
4. Профессиональные компетенции (функциональн.)	1		0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	4. Профессион. Компетенции (функциональные)											
	2		0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	2	3	4								
	3		1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	3	4									
	4		0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	4										
5. Профессиональные компетенции (предметные)	1		0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	5. Профессиональные компетенции (предметные)							
	2		0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1					
	3		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1					
	4		1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1					
	5		0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1					
6. Профессиональные компетенции (специальные)	1		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0		
	2		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	
	3		0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	
	4		0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	
	5		0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	
	6		0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	
	7		0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	
	8		0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	
	9		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	
	10		0	0	1	0		0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	
	11		1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	
	12		0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	
	13		0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	
	14		0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	

Рис. 3.9. Пример матрицы функциональных связей между компетенциями в модели качества профессиональной подготовки авиаспециалиста. КК=4, АК=6, ПКИ=7, ПКФ=4, ПКП=5, ПКС=14

Если внимательно изучить данную матрицу, то выявляется ее противоречие модели качества (рис. 3.6 и 3.7), поскольку не выполняется требование однозначного иерархического соответствия. Данная матрица фактически представляет собой то, что мы всегда делали в традиционном образовательном процессе - структурно-логическую схему дисциплин учебного плана. Она решает задачу определения межпредметных связей, но не упорядочивает эти связи по уровням иерархии. Требуется переструктуризация, т.к. это показано на рис. 3.10. На основании этой матрицы можно построить модель качества для рассматриваемого примера (рис. 3.11).

Модель качества является системной основой для распределения научного содержания учебного плана по отдельным компетенциям, при этом компетенции выступают как требования к качеству подготовки специалиста. При этом необходимо учитывать следующее: научное содержание предметной области ставится в соответствие тем компетенциям, которые, не смотря на занимаемый уровень иерархии, не имеют связей с нижестоящим уровнем, т.е. должны быть обеспечены на данном уровне. В нашем примере (рис. 3.11) это будут следующие компетенции: $КК_3$, $АК_6$, $ПКИ$, $ПКИ_2$, $ПКИ_3$, $ПКИ_4$, $ПКИ_5$, $ПКИ_6$, $ПКИ_9$, $ПКФ_4$, $ПКФ_6$ и все специальные компетенции ($ПКС_1$ - $ПКС_{16}$). Именно эти компетенции выступают как требования к уровню профессиональной подготовки специалиста, именно под них подбирается научное содержание и удовлетворение требований, именно эти компетенции определяются в результате мониторинга качества. Понятно, что эти требования должны быть достаточно прозрачны, чтобы обеспечить достаточный уровень диагностики. Это и есть следующая важная задача, которая традиционно решается методами экспертного оценивания.

Уровни иерархии	К К	1. Ключевые				2. Академические компетенции						3. Профессиональные компетенции (интегральные)									
		1	2	3	4																
2. Академические компетенции	1	1	0	0	0																
	2	1	0	0	0																
	3	0	1	0	0																
	4	0	1	0	0																
	5	0	0	0	1																
	6	0	0	0	1																
3. Профессиональные компетенции (интегральные)	1	1	0	0	0	0	0														
	2	0	1	0	0	0	0														
	3	0	0	1	0	0	0														
	4	0	0	0	1	0	0														
	5	0	0	0	0	1	0														
	6	1	0	0	0	0	0														
	7	0	1	0	0	0	0														
	8	0	0	1	0	0	0														
	9	0	0	0	1	0	0														
	10	0	0	0	0	1	0														
						1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0					
						2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0				
						3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0				
						4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1				
						5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
						6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
Уровни иерархии	К К	4. Проф. комп. (функциональные)						5. Профессиональные компетенции (предметные)													
		1	2	3	4	5	6														
5. Профессиональные компетенции (функциональные)	1	1	0	0	0	0	0														
	2	0	1	0	0	0	0														
	3	0	0	1	0	0	0														
	4	0	0	0	0	1	0														
	5	1	0	0	0	0	0														
	6	0	1	0	0	0	0														
	7	0	0	1	0	0	0														
	8	0	0	0	0	1	0														
6. Профессиональные компетенции (специальные)	1	0	0	0	0	1	0	0	0												
	2	1	0	0	0	0	0	0	0												
	3	0	0	0	0	0	1	0	0												
	4	0	1	0	0	0	0	0	0												
	5	0	0	0	0	0	0	1	0												
	6	0	0	1	0	0	0	0	0												
	7	0	0	0	0	0	0	0	1												
	8	0	0	0	1	0	0	0	0												
	9	0	0	0	0	1	0	0	0												
	10	1	0	0	0	0	0	0	0												
	11	0	0	0	0	0	1	0	0												
	12	0	1	0	0	0	0	0	0												
	13	0	0	0	0	0	0	1	0												
	14	0	0	1	0	0	0	0	0												
	15	0	0	0	0	0	0	0	1												
	16	0	0	0	1	0	0	0	0												

Рис. 3.10. Пример матрицы функциональных связей между компетенциями в модели качества профессиональной подготовки авиаспециалиста в компетентностном формате

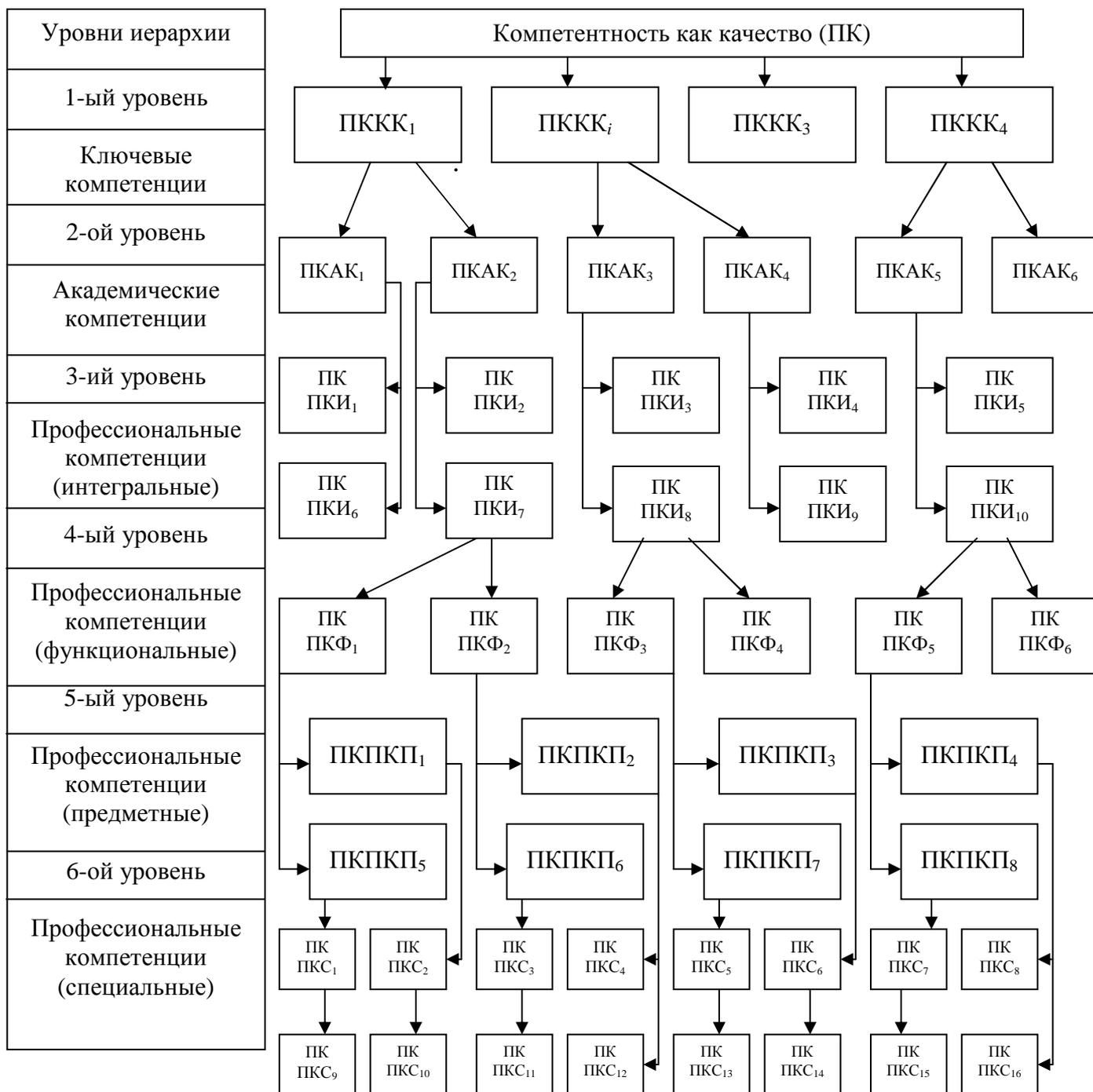


Рис. 3.11. Модель качества профессиональной подготовки авиаспециалиста для примера на рис. 3.10

3.5. Проблема шкалирования результатов мониторинга качества профессиональной подготовки авиаспециалистов

В основе любых оценок лежит процесс сопоставления значений характеристик исследуемой системы значениям соответствующих шкал. Все возможные шкалы принадлежат к одному из нескольких типов, определяемых перечнем допустимых операций на этих шкалах.

Формально шкалой называется кортеж из трех элементов $\langle X, \varphi, Y \rangle$, где X реальный объект, Y шкала, φ гомоморфное отображение X на Y .

В современной теории измерений определено:

$\varphi \in \Phi$ - гомоморфное отображение X на Y , устанавливающее соответствие между X и Y так, что $\{\varphi(x_1), \dots, \varphi(x_n)\} \in R_y$ только тогда, когда $(x_1, \dots, x_n) \in R_x$.

Тип шкалы определяется по $\Phi = \{\varphi_1, \dots, \varphi_m\}$, множеству допустимых преобразований $x_i \rightarrow y_i$.

Самой слабой качественной шкалой является номинальная (шкала наименований, классификационная шкала), по которой объектам x_i или их неразличимым группам дается некоторый признак. Основным свойством этих шкал является сохранение неизменными отношений равенства между элементами эмпирической системы в эквивалентных шкалах.

Шкалы номинального типа задаются множеством взаимно однозначных допустимых преобразований шкальных значений.

Шкала называется ранговой (шкала порядка), если множество Φ состоит из всех монотонно возрастающих допустимых преобразований шкальных значений.

Одним из наиболее важных типов шкал является тип интервалов. Тип шкал интервалов содержит шкалы, единственные с точностью до множества положительных линейных допустимых преобразований вида $\varphi(x) = ax + b$, где $x \in Y$ шкальные значения из области определения Y ; $a > 0$; b любое значение.

Основным свойством этих шкал является сохранение неизменными отношений интервалов в эквивалентных шкалах:

$$\frac{x_1 - x_2}{x_3 - x_4} = \frac{\varphi(x_1) - \varphi(x_2)}{\varphi(x_3) - \varphi(x_4)} = \text{const}$$

Шкалой отношений (подобия) называется шкала, если φ состоит из преобразований подобия $\varphi(x) = ax$, $a > 0$, где $x \in U$ - шкальные значения из области определения U ; a - действительные числа.

Шкалы отношений образуют подмножество шкал интервалов фиксированием нулевого значения параметра $b : b = 0$. Такая фиксация означает задание нулевой точки начала отсчета шкальных значений для всех шкал отношений.

Шкалы разностей определяются как шкалы, единственные с точностью до преобразований сдвига $\varphi(x) = x + b$, где $x \in U$ - шкальные значения из области определения U ; b - действительные числа. Это означает, что при переходе от одной числовой системы к другой меняется лишь начало отсчета.

Абсолютными называют шкалы, в которых единственными допустимыми преобразованиями Φ являются тождественные преобразования: $\varphi(x) = \{e\}$, где $u(x) = x$.

Особенностью измерения и оценивания систем является то, что для одной системы по разным частным показателям качества могут применяться любые из типов шкал от самых слабых до самых сильных. При этом для получения надежного значения показателя может проводиться несколько измерений. Кроме того, обобщенный показатель системы может представлять собой некую осредненную величину однородных частных показателей.

Проводить осреднение допускается только для однородных характеристик, измеренных в одной шкале. Каждое значение показателя u_i может иметь для исследователя различную ценность, которую учитывают с помощью коэффициентов значимости c_i , причем

$$\sum_{i=1}^n c_i = 1.$$

Для получения осредненного значения показателя наиболее часто применяют основные формулы осреднения (табл. 3.2)

Таблица 3.2

Наименование	Формула
Средневзвешенное арифметическое (СВА)	$y_{сва} = \sum_{i=1}^n c_i y_i$
Среднеарифметическое (СА), частный случай СВА при равнозначности измерений ($c_i = 1/n$)	$y_{ca} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$
Среднеквадратичное (СК)	$y_{ск} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2}$
Средневзвешенное геометрическое (СВГм)	$y_{свгм} = \prod_{i=1}^n y_i^{c_i}$
Среднегеометрическое (СГм), частный случай СВГм при $c_i = 1/n$	$y_{свгп} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n y_i}$
Средневзвешенное гармоническое (СВГр)	$y_{свгп} = \left[\sum_{i=1}^n c_i y_i^{-1} \right]^{-1}$
Среднегармоническое (СГр)	$y_{сгп} = \left[\sum_{i=1}^n y_i^{-1} \right]^{-1}$

Таким образом, решая задачу квалиметрического мониторинга результатов образовательной деятельности, исследователь качества имеет достаточно широкий выбор методов измерения, оценки и широкую номенклатуру шкал. Однако, при этом следует учитывать определенный консерватор образовательной системы, с учетом которого следует опираться, все-таки, на традиционные методы и шкалы.

Рассмотрим проблемы оценки качества и шкалирования на гипотетическом примере (рис. 3.12). Здесь изображена модель качества профессиональной

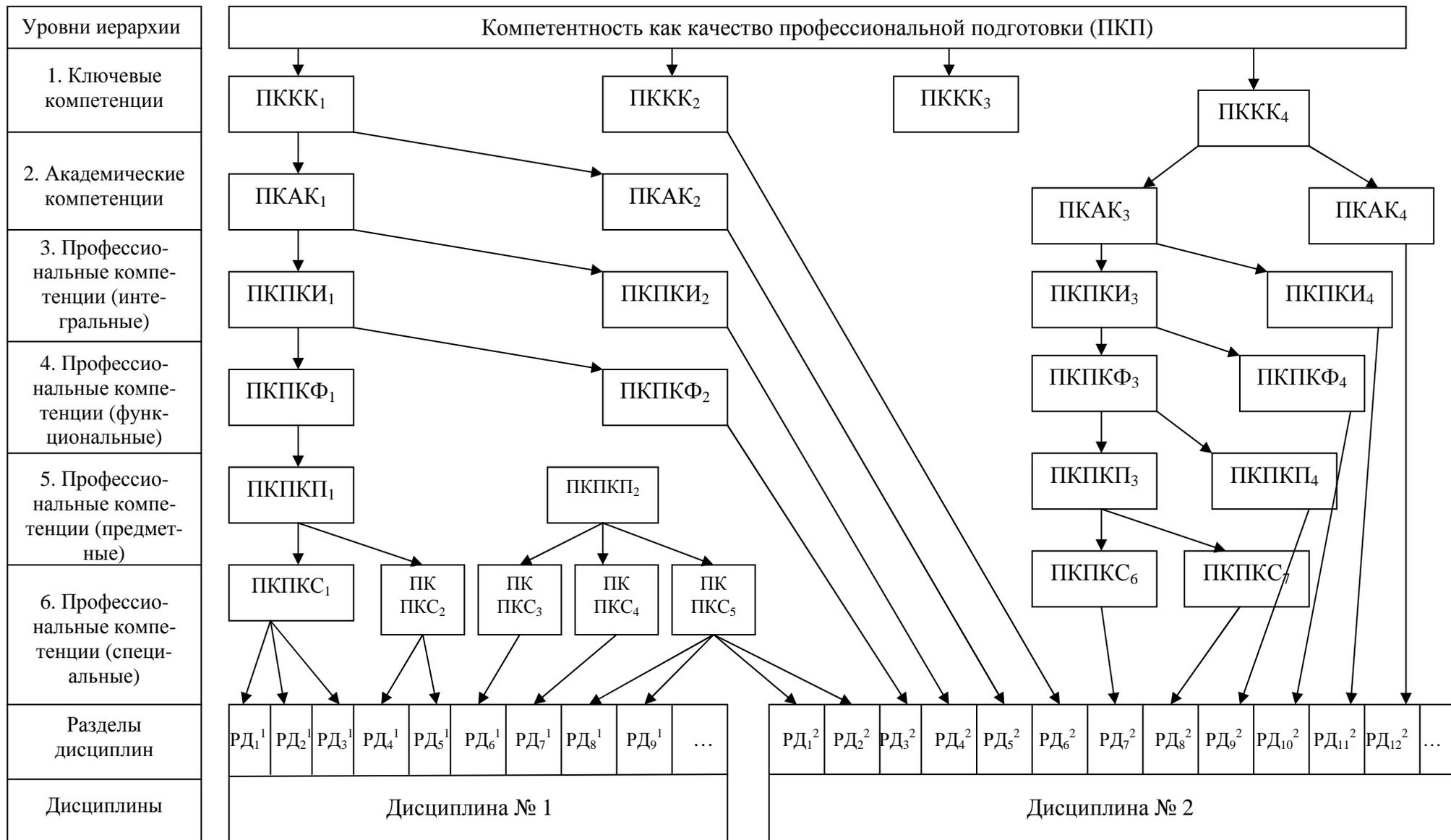


Рис. 3.12. Фрагмент модели качества для гипотетического примера

подготовки авиаспециалиста (фрагмент), в которой сделаны следующие допущения и ограничения.

1. Раздел дисциплины понимается как минимальная часть научного содержания учебного плана, обеспечивающая в процессе обучения удовлетворение требований одной конкретной компетенции в объеме, предусмотренном моделью (той части требований, которые относятся к этому разделу).
2. Показатели качества по всем уровням иерархии представлены фрагментарно (неполно).
3. Номенклатура дисциплин ограничена двумя.
4. Разделы по каждой дисциплине представлены фрагментарно.
5. Все связи между показателями качества носят условный характер.

На основании рекомендации разделов 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 с учетом изложенных выше ограничений, сформулируем алгоритм измерения оценки показателей качества профессиональной подготовки авиаспециалиста.

1. Разработать модель качества профессиональной подготовки авиаспециалиста.
2. Разработать номенклатуру показателей качества с учетом связей между ними.
3. Разработать аналитическую интерпретацию модели качества.
4. Определить значения весовых коэффициентов показателей качества.
5. Сформулировать требования по каждой компетенции к уровню профессиональной подготовки авиаспециалиста.
6. Поставить в соответствие требования каждой компетенции разделам дисциплин учебного плана по специальности.
7. Определить шкалу измерений показателей качества.
8. Определить метод измерения показателей качества.
9. Определить метод оценки показателей качества.
10. Оценить нормативные значения показателей качества на нижнем (неделимом) уровне иерархии.
11. Вычислить нормативные значения показателей качества на всех уровнях иерархии.

Реализуем предложенный алгоритм для геометрического примера на рис. 3.12.

1. Модель качества (рис. 3.7).
2. Номенклатура показателей качества (рис. 3.12).
3. Аналитическая модель качества (рис. 3.12).

$$\text{ПКП} = J_1 \text{ПККК}_1 + \alpha_2 \text{ПККК}_2 + \alpha_3 \text{ПККК}_3 + \alpha_4 \text{ПККК}_4$$

$$\text{ПККК}_1 = \beta_1 \text{ПКАК}_1 + \beta_2 \text{ПКАК}_2$$

$$\text{ПККК}_4 = \beta_3 \text{ПКАК}_3 + \beta_4 \text{ПКАК}_4$$

$$\text{ПКАК}_1 = \gamma_1 \text{ПКПКИ}_1 + \gamma_2 \text{ПКПКИ}_2$$

$$\text{ПКАК}_3 = \gamma_3 \text{ПКПКИ}_3 + \gamma_4 \text{ПКПКИ}_4$$

$$\text{ПКПКИ}_1 = \xi_1 \text{ПКПКФ}_1 + \xi_2 \text{ПКПКФ}_2$$

$$\text{ПКПКИ}_3 = \xi_3 \text{ПКПКФ}_3 + \xi_4 \text{ПКПКФ}_4$$

$$\text{ПКПКФ}_1 = \theta_1 \text{ПКПКП}_1 + \theta_2 \text{ПКПКП}_2$$

$$\text{РКРКФ}_3 = \theta_3 \text{ПКПКП}_3 + \theta_4 \text{ПКПКП}_4$$

$$\text{ПКПКП}_1 = \zeta_1 \text{ПКПКС}_1 + \zeta_2 \text{ПКПКС}_2$$

$$\text{ПКПКП}_2 = \zeta_3 \text{ПКПКС}_3 + \zeta_4 \text{ПКПКС}_4 + \zeta_5 \text{ПКПКС}_5$$

$$\text{ПКПКП}_3 = \zeta_6 \text{ПКПКС}_6 + \zeta_7 \text{ПКПКС}_7$$

$$\text{ПКПКС}_1 = \mathfrak{S}_1^1 \text{ПКРД}_1^1 + \mathfrak{S}_2^1 \text{ПКРД}_2^1 + \mathfrak{S}_3^1 \text{ПКРД}_3^1$$

$$\text{ПКПКС}_2 = \mathfrak{S}_4^1 \text{ПКРД}_4^1 + \mathfrak{S}_5^1 \text{ПКРД}_5^1$$

$$\text{ПКПКС}_3 = \mathfrak{S}_6^1 \text{ПКРД}_6^1$$

$$\text{ПКПКС}_4 = \mathfrak{S}_7^1 \text{ПКРД}_7^1$$

$$\text{ПКПКС}_5 = \mathfrak{S}_8^1 \text{ПКРД}_8^1 + \mathfrak{S}_9^1 \text{ПКРД}_9^1 + \mathfrak{S}_1^2 \text{ПКРД}_1^2 + \mathfrak{S}_2^2 \text{ПКРД}_2^2$$

$$\text{ПКПКФ}_2 = \mathfrak{S}_3^2 \text{ПКРД}_3^2$$

$$\text{ПКПКИ}_2 = \mathfrak{S}_4^2 \text{ПКРД}_4^2$$

$$\text{ПКАК}_2 = \mathfrak{S}_5^2 \text{ПКРД}_5^2$$

$$\text{ПККК}_2 = \mathfrak{S}_6^2 \text{ПКРД}_6^2$$

$$\text{ПКПКС}_6 = \mathfrak{S}_7^2 \text{ПКРД}_7^2$$

$$\text{ПКПКС}_7 = \mathfrak{S}_8^2 \text{ПКРД}_8^2$$

$$\text{ПКПКП}_4 = \mathfrak{S}_9^2 \text{ПКРД}_9^2$$

$$\text{ПКПКФ}_4 = \mathfrak{S}_{10}^2 \text{ПКРД}_{10}^2$$

$$\text{ПКПКИ}_4 = \mathfrak{S}_{11}^2 \text{ПКРД}_{11}^2$$

$$\text{ПКАК}_4 = \mathfrak{S}_{12}^2 \text{ПКРД}_{12}^2$$

4. Весовые коэффициенты определяются исходя из реальной значимости (веса) каждой компетенции (каждого показателя качества) в составе компетенции (показателя) более высокого уровня иерархии, с учетом условия: сумма значений весовых коэффициентов на одном уровне иерархии и относящихся к показателям, входящим в состав показателя более высокого уровня, равна единице, т.е.

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 = 1, \beta_1 + \beta_2 = 1, \beta_3 + \beta_4 = 1, \gamma_1 + \gamma_2 = 1, \gamma_3 + \gamma_4 = 1,$$

$$\xi_1 + \xi_2 = 1, \xi_3 + \xi_4 = 1, \theta_1 + \theta_2 = 1, \theta_3 + \theta_4 = 1, \zeta_1 + \zeta_2 = 1, \zeta_3 + \zeta_4 + \zeta_5 = 1,$$

$$\zeta_6 + \zeta_7 = 1, \mathfrak{S}_1^1 + \mathfrak{S}_2^1 + \mathfrak{S}_3^1 = 1, \mathfrak{S}_4^1 + \mathfrak{S}_5^1 = 1, \mathfrak{S}_6^1 = 1, \mathfrak{S}_7^1 = 1,$$

$$\mathfrak{S}_8^1 + \mathfrak{S}_9^1 + \mathfrak{S}_1^2 + \mathfrak{S}_2^2 = 1, \mathfrak{S}_3^2 = 1, \mathfrak{S}_4^2 = 1, \mathfrak{S}_5^2 = 1, \mathfrak{S}_6^2 = 1, \mathfrak{S}_7^2 = 1,$$

$$\mathfrak{S}_8^2 = 1, \mathfrak{S}_9^2 = 1, \mathfrak{S}_{10}^2 = 1, \mathfrak{S}_{11}^2 = 1, \mathfrak{S}_{12}^2 = 1$$

5. Требования формируются по каждой компетенции в составе модели качества и идентифицированной соответствующим показателям качества с соблюдением иерархичности требований, т.е. чем выше уровень иерархии, тем выше уровень обобщенности требований, причем требования неделимых компетенций (ПККК₂, ПККК₃, ПКАК₂, ПКАК₄, ПКПКИ₂, ПКПКИ₄ и т.д.) должны быть достаточно просто диагностируемы.

6. Разделам дисциплин учебного плана по специальности ставятся в соответствие требования неделимых компетенций:

$$\text{ПКПКС}_1 \rightarrow \text{РД}_1^1, \text{РД}_2^1, \text{РД}_3^1$$

$$\text{ПКПКС}_2 \rightarrow \text{РД}_4^1, \text{РД}_5^1$$

$$\text{ПКПКС}_3 \rightarrow \text{РД}_6^1$$

$$\text{ПКПКС}_4 \rightarrow \text{РД}_7^1$$

$$\text{ПКПКС}_4 \rightarrow \text{РД}_8^1, \text{РД}_9^1, \text{РД}_1^2, \text{РД}_2^2$$

$$\text{ПККК}_2 \rightarrow \text{РД}_6^2$$

$$\text{ПКАК}_2 \rightarrow \text{РД}_5^2$$

$$\text{ПКПКИ}_2 \rightarrow \text{РД}_4^2$$

ПКПКФ₂ → РД₃²

ПКПКС₆ → РД₇²

ПКПКС₇ → РД₈²

ПКАК₄ → РД₁₂²

ПКПКИ₄ → РД₁₁²

ПКПКФ₄ → РД₁₀²

ПКПКП₄ → РД₉²

Компетенция, требования которой не поставлены в соответствие разделам дисциплин учебного плана (ПККК₃), формируется вне данного учебного процесса на более ранних этапах подготовки специалиста (например - шкала).

7. Шкала измерений показателей качества остается традиционной - 3, 4, 5 баллов.

8. Метод измерения показателей качества остается традиционным - экспертным.

9. Метод оценки показателей качества выбирается исходя из формы представления результата и может быть индивидуальным (один преподаватель) или групповым (комиссия).

10. Нормативные значения показателей качества определяются экспертным путем в результате глубокого анализа требований соответствующих компетенции. Они должны отражать минимально допустимый уровень профессиональной подготовки специалиста, соответствующий минимальному набору требований. Экспертным путем определяются нормативные значения неделимых показателей качества (рис. 3.12).

11. Нормативные значения остальных показателей вычисляются по аналитической модели качества.

В результате реализации данного алгоритма получен инструмент для практической реализации мониторинга качества профессиональной подготовки авиационного персонала в образовательном учреждении.

Разработанный инструмент дает возможность оценивать реальное качество результата образовательной деятельности на всех ее этапах и формировать оценки этого качества в различных информационных фазах, например: интегральное качество, степень формирования отдельных компетенций, индивидуальное качество

подготовки, динамика формирования качества и т.д. Кроме того, что очень важно, данный инструмент позволяет достаточно точно выявить недостатки в образовательном процессе и своевременно принять меры к их ликвидации.

Исходными данными для построения статистических информационных диаграмм в компетентностном формате являются числовые значения показателей качества компетенций на различных уровнях иерархии модели качества, которые получены в процессе мониторинга качества результатов образовательного процесса. Рассмотрим различные варианты получения таких оценок, для чего воспользуемся фрагментом модели качества, представленном на рис. 3.12 и соответствующей ему аналитической моделью качества.

Мониторинг качества образовательной деятельности проводится в традиционном формате (т.е. экзамены, зачеты, коллоквиумы, тестирование, блоки, курсовые проектные работы, домашние задания и т.д.), при этом система оценивания результатов существенно изменяется.

1. Оценивается каждый раздел дисциплины, представленный в модели качества.
2. Оценка осуществляется по всем правилам теории квалиметрии, т.е. оценивается показатель качества обучения (усвоения научного содержания) по данному разделу.
3. Содержательно оценка определяется на основании сопоставления требований к данному разделу (прозрачных, легко диагностируемых) и полученных результатов обучения.
4. Шкала оценивания остается традиционной: абсолютной и бальной, но оценка выставляется по каждому разделу.
5. Совокупность показателей качества разделов дисциплины в соответствии с моделью качества дает качество (показатель качества) определенных компетенций.
6. Формирование показателя качества каждой компетенции осуществляется с учетом весовых коэффициентов значимости каждого показателя качества раздела дисциплины, например (рис. 3.12)

$$\text{ПКПКС}_1 = \mathfrak{Z}_1^1 \text{ПКРД}_1^1 + \mathfrak{Z}_2^1 \text{ПКРД}_2^2 + \mathfrak{Z}_3^1 \text{ПКРД}_3^1.$$

Эта запись означает, что показатель качества профессиональной компетенции (специальной) ПКПКС₁ формируется тремя разделами дисциплины Д₁ : РД₁¹, РД₂¹ и РД₃¹. В результате контрольных мероприятий (экзамен, зачет ...) необходимо получить значения показателей качества ПКРД₁¹, ПКРД₂¹ и ПКРД₃¹. Оценка выставляется экспертом (экзаменатором) как степень соответствия знаний, умения, навыков обучаемого требованиям к данному разделу. Предположим: ПКРД₁¹ = 4, ПКРД₂¹ = 5, ПКРД₃¹ = 3. Это означает, что все оценки соответствуют нормативу. Предположим, что эксперт определил следующие значения весовых коэффициентов: $\mathfrak{S}_1^1 = 0,2$, $\mathfrak{S}_2^1 = 0,4$, $\mathfrak{S}_3^1 = 0,4$. Тогда $ПКПКС_1 = 0,2 + 0,4 \cdot 5 + 0,4 \cdot 3 = 4,0$.

Рассмотрим вариант неудовлетворительной оценки: ПКРД₁¹ = 2, ПКРД₂¹ = 5, ПКРД₃¹ = 3, тогда $ПКПКС_1 = 0,2 \cdot 2 + 0,4 \cdot 5 + 0,4 \cdot 3 = 3,6$, т.е. результат все равно выше норматива. Это значит:

1. Обучаемый должен усвоить материалы данного раздела в дополнительное время. Вопрос, где его взять?
2. Весовые коэффициенты выбраны экспертом неправильно.
3. Данный раздел является желательным, но не обязательным для компетенции ПКС₁.
4. Раздел РД₁¹ является лишним в структуре учебного плана специальности.

Выбор варианта остается за деканатом. Возможен и другой вариант: введение весовых коэффициентов на уровне разделов дисциплин не является обязательным, их можно считать равнозначными. Ответ на этот вопрос требует дополнительных исследований, выходящих за рамки данной работы.

Значения остальных показателей качества (нормативных и реальных) вычисляются по аналитической модели качества. При сопоставлении нормативных и реальных значений делается вывод о степени компетентности специалиста на различных этапах его подготовки.

При этом, следует учитывать, что суммарная оценка уровня подготовки обучаемого по дисциплине складывается из совокупности оценок по четырехбалльной шкале за разделы дисциплины, т.е. если в модели качества дисциплина структурирована так, что содержит 12 разделов, то максимальное количество баллов для оценки данной дисциплины равно 60.