

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ СВЯЗИ ПРИ КОМПЕТЕНТНОСТНОМ ПОДХОДЕ К ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ

¹Данилов А.М., ¹Гарькина И.А., ¹Маркелова И.В.

¹ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза, Россия (440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28), e-mail: fmatem@pguas.ru

Определяются пути перехода от традиционных требований к усвоению обучающимися стандартного набора знаний, умений и навыков к компетентностному подходу по развитию способностей ориентироваться в разнообразии сложных, непредсказуемых рабочих ситуаций. Анализируется компетентностно-кредитный формат обучения на основе современной парадигмы междисциплинарных аспектов науки и образования. Рассматривается формирование с учетом междисциплинарных связей и непрерывности математической подготовки компетенций, предусмотренных государственным образовательным стандартом для подготовки бакалавров по направлению «Строительство», на примере ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»; для каждой из рассматриваемых компетенций определяются соответствующие дисциплины учебного плана. Приводятся примеры, иллюстрирующие междисциплинарность при формировании профессиональных компетенций в процессе обучения.

Ключевые слова: подготовка бакалавров, компетентностный подход, междисциплинарные связи, формирование компетенций, примеры.

INTERDISCIPLINARY LINKS AND COMPETENCE APPROACH TO TRAINING BACHELORS

Danilov A.M., Garkina I.A., Markelova I.V.

Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Determined by the way transition from the traditional requirements (mastering student standard set of knowledge and skills) to the competence approach (development of abilities to navigate in a variety of complex, unpredictable work situations). Analyzed the competence-credit learning format based on the modern paradigm of interdisciplinary aspects of science and education. The formation (interdisciplinary communication and continuity of mathematical training accounted) of competencies (given in state educational standard for training bachelors in «Construction») on the example Penza State University of Architecture and Construction is given; competences specified for each discipline curriculum. Provides examples that illustrate the formation of interdisciplinary professional competences in the learning process.

Keywords: baccalaureate, competence approach, interdisciplinary communications, formation of the competencies, examples.

В последнее десятилетие произошла резкая переориентация оценки результатов образования в связи с переходом на компетентностный подход. Вместо понятий «подготовленность», «образованность», «общая культура», «воспитанность» стали использоваться «компетенция» или «компетентность» (приобретение информации, знаний и практического опыта); произошел переход от требований усвоения обучающимися стандартного набора знаний, умений и навыков к развитию способности ориентироваться в разнообразии сложных, непредсказуемых рабочих ситуаций. Все чаще подчеркивается, что производственной сфере требуется не квалификация (функциональное соответствие между требованиями к рабочему месту и целями образования), а компетентность (квалификация, социальное поведение, способность работать в коллективе, инициативность и др.).

Ограничимся рассмотрением (на примере ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства») формирования профессиональных компетенций с использованием междисциплинарного компетентностного подхода к процессу непрерывной математической подготовки бакалавров по направлению «Строительство» (табл. 1).

Таблица 1. Содержание компетенций и соответствующие дисциплины

№	Содержание компетенций	Дисциплины
ПК-1	Использование основных законов естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<p>Б.2. Математический и естественно-научный цикл Б.2.Б.1 Математика Б.2.Б.4 Химия Б.2.Б.5 Физика Б.2.Б.7.1 Теоретическая механика Б.2.Б.7.2 Техническая механика Б.2.Б.7.3 Механика грунтов Б.2.Б.8 Инженерное обеспечение Б.2.Б.9 Основы архитектуры и строительных конструкций Б.2.В.ДВ.1.1 Численные методы в механике деформируемого твердого тела Б.2.В.ДВ.1.2 Строительная физика Б.2.В.ДВ.2.1 Прикладные задачи теоретической механики Б.2.В.ДВ.2.2 Химия в строительстве</p> <p>Б.3.Профессиональный цикл Б.3.Б.2 Строительные материалы Б.3.В.ОД.1 Соппротивление материалов Б.3.В.ОД.2 Архитектура гражданских зданий Б.3.В.ДВ.1.1 Прикладные задачи механики деформируемого твердого тела Б.3.В.ДВ.1.4 Органическая и физическая химия Б.3.В.ДВ.1.6 Основы водоснабжения и водоотведения населенных пунктов Б.3.В.ДВ.2.3 Комплексное инженерное благоустройство городских территорий Б.3.В.ДВ.2.7 Планирование и контроллинг Б.3.В.ДВ.3.3 Инженерная подготовка территорий Б.3.В.ДВ.3.6 Насосы и насосные станции Б.3.В.ДВ.3.7 Основы строительной механики Б.3.В.ДВ.3.8 Автоматизированное проектирование автомобильных дорог Б.3.В.ДВ.4.3 Математические методы в строительном материаловедении Б.3.В.ДВ.4.5 Реконструкция систем и сооружений водоснабжения и водоотведения Б.3.В.ДВ.4.7 Методы повышения несущей способности и стабильности грунтов Б.3.В.ДВ.5.3 Реконструкция зданий и сооружений Б.3.В.ДВ.5.6 Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения Б.3.В.ДВ.5.7 Кадастр недвижимости и оценка стоимости земли Б.3.В.ДВ.6.8 Транспортная планировка городов Б.3.В.ДВ.7.3 Планировка, застройка и реконструкция населенных мест Б.3.В.ДВ.7.7 Операции с недвижимостью и страхование Б.3.В.ДВ.7.8 Реконструкция автомобильных дорог Б.3.В.ДВ.8.3 Градостроительное регулирование населенных мест Б.3.В.ДВ.8.4 Ресурсы энергосбережения в производстве строительных материалов, изделий и конструкций Б.3.В.ДВ.8.5 Прикладная аэродинамика</p>

		<p>Б.3.В.ДВ.8.7 Финансы, денежное обращение и ипотека Б.3.В.ДВ.8.8 Спецкурс по проектированию дорог Б.3.В.ДВ.9.1 Теория упругости Б.3.В.ДВ.9.2 Инженерные изыскания, инвентаризация и реконструкция застройки Б.3.В.ДВ.9.3 Строительное материаловедение Б.3.В.ДВ.9.4 Техническая термодинамика Б.3.В.ДВ.9.5 Химия воды и микробиология Б.3.В.ДВ.10.1 Архитектура промышленных зданий Б.3.В.ДВ.10.2 Процессы и аппараты в технологии строительных изделий Б.3.В.ДВ.10.5 Основы территориально-пространственного развития города Б.3.В.ДВ.10.6 Основы проектирования автомобильных дорог Б.3.В.ДВ.11.1 Строительная механика Б.3.В.ДВ.11.4 Охрана окружающей среды Б.3.В.ДВ.12.2 Конструкции городских сооружений и зданий Б.3.В.ДВ.12.3 Вяжущие вещества Б.3.В.ДВ.12.7 Технология и организация строительства автомобильных дорог Б.3.В.ДВ.13.2 Основы расчета и конструирования зданий и городских инженерных сооружений Б.3.В.ДВ.13.5 Водоподготовка и водозаборные сооружения Б.3.В.ДВ.13.7 Изыскания и проектирование автомобильных дорог Б.3.В.ДВ.14.2 Техническая эксплуатация зданий, сооружений и городских территорий Б.3.В.ДВ.14.7 Эксплуатация автомобильных дорог Б.3.В.ДВ.15.2 Технология строительной керамики Б.3.В.ДВ.15.4 Водопроводные сети Б.3.В.ДВ.15.5 Деволюпмент и современные методы управления проектами Б.3.В.ДВ.16.3 Проектирование предприятий строительной индустрии Б.3.В.ДВ.16.5 Комплексное использование водных ресурсов Б.3.В.ДВ.16.6 Железобетонные конструкции Б.3.В.ДВ.17.5 Металлические и деревянные конструкции</p>
ПК-2	Способность выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий математический аппарат	<p>Б.2. Математический и естественно-научный цикл Б.2.Б1 Математика Б.2.Б.4 Химия Б.2.Б.5 Физика Б.2.Б.7.1 Теоретическая механика Б.2.Б.7.2 Техническая механика Б.2.Б.7.3 Механика грунтов Б.2.В.ДВ.1.1 Численные методы в механике деформируемого твердого тела Б.2.В.ДВ.1.2 Строительная физика Б.2.В.ДВ.2.1 Прикладные задачи теоретической механики Б.2.В.ДВ.2.2 Химия в строительстве</p>
ПК-5	Владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки	<p>Б.2. Математический и естественно-научный цикл Б.2.Б1 Математика Б.2.Б.2 Информатика Б.2.Б.4 Химия Б.2.Б.5 Физика Б.2.Б.7.1 Теоретическая механика Б.2.Б.7.2 Техническая механика Б.2.Б.7.3 Механика грунтов</p>

	<p>информации; навыки работы с компьютером как средством управления информацией</p>	<p>Б.2.В.ОД.1 Основы механики жидкости и газа Б.2.В.ОД.2 Компьютерная графика Б.2.В.ДВ.1.1 Численные методы в механике деформируемого твердого тела Б.2.В.ДВ.1.2 Строительная физика Б.2.В.ДВ.2.1 Прикладные задачи теоретической механики Б.2.Б.9 Основы архитектуры и строительных конструкций Б.3. Профессиональный цикл Б.3.В.ДВ.1.4 Органическая и физическая химия Б.3.В.ДВ.1.7 Бухгалтерский учет и налогообложение Б.3.В.ДВ.1.8 Общий курс путей сообщения Б.3.В.ДВ.2.4 Организация и экономика производства строительных материалов Б.3.В.ДВ.2.8 Контроль качества дорожных работ Б.3.В.ДВ.3.6 Насосы и насосные станции Б.3.В.ДВ.3.8 Автоматизированное проектирование автомобильных дорог Б.3.В.ДВ.5.7 Кадастр недвижимости и оценка стоимости земли Б.3.В.ДВ.5.8 Экономика дорожно-строительной отрасли Б.3.В.ДВ.6.8 Транспортная планировка городов Б.3.В.ДВ.7.4 Инженерная защита окружающей среды на предприятиях строительной индустрии Б.3.В.ДВ.7.7 Операции с недвижимостью и страхование Б.3.В.ДВ.7.8 Реконструкция автомобильных дорог Б.3.В.ДВ.8.4 Ресурсы энергосбережения в производстве строительных материалов, изделий и конструкций Б.3.В.ДВ.8.5 Прикладная аэродинамика Б.3.В.ДВ.8.7 Финансы, денежное обращение и ипотека Б.3.В.ДВ.8.8 Спецкурс по проектированию дорог Б.3.В.ДВ.9.2 Инженерные изыскания, инвентаризация и реконструкция застройки Б.3.В.ДВ.9.4 Техническая термодинамика Б.3.В.ДВ.10.2 Процессы и аппараты в технологии строительных изделий Б.3.В.ДВ.10.3 Строительная теплофизика Б.3.В.ДВ.10.5 Основы территориально-пространственного развития города Б.3.В.ДВ.10.6 Основы проектирования автомобильных дорог Б.3.В.ДВ.12.2 Конструкции городских сооружений и зданий Б.3.В.ДВ.12.7 Технология и организация строительства автомобильных дорог Б.3.В.ДВ.13.2 Основы расчета и конструирования зданий и городских инженерных сооружений Б.3.В.ДВ.13.7 Изыскания и проектирование автомобильных дорог Б.3.В.ДВ.14.7 Эксплуатация автомобильных дорог Б.3.В.ДВ.15.5 Девелопмент и современные методы управления проектами Б.3.В.ДВ.16.6 Железобетонные конструкции Б.3.В.ДВ.16.7 Инженерные сооружения в транспортном строительстве Б.3.В.ДВ.17.5 Металлические и деревянные конструкции Б.3.В.ДВ.17.6 Основы проектирования транспортных сооружений Б.5. Практика. НИР Б.5.У.1 Геодезическая Б.5.У.2 Геологическая</p>
ПК-18	<p>Владение математическим моделированием на базе стандартных пакетов авто-</p>	<p>Б.2. Математический и естественно-научный цикл Б.2.Б.1 Математика Б.3. Профессиональный цикл Б.3.Б.2 Строительные материалы Б.3.В.ОД.1 Сопrotивление материалов Б.3.В.ДВ.1.1 Прикладные задачи механики деформируемого твердого тела</p>

матизации проектирования и исследований, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам	Б.3.В.ДВ.1.6 Основы водоснабжения и водоотведения населенных пунктов Б.3.В.ДВ.3.6 Насосы и насосные станции Б.3.В.ДВ.3.7 Основы строительной механики Б.3.В.ДВ.3.8 Автоматизированное проектирование автомобильных дорог Б.3.В.ДВ.4.3 Математические методы в строительном материаловедении Б.3.В.ДВ.4.5 Реконструкция систем и сооружений водоснабжения и водоотведения Б.3.В.ДВ.4.7 Методы повышения несущей способности и стабильности грунтов Б.3.В.ДВ.5.3 Реконструкция зданий и сооружений Б.3.В.ДВ.5.6 Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения Б.3.В.ДВ.6.5 Металловедение и сварка Б.3.В.ДВ.6.6 Гидрология и гидротехнические сооружения Б.3.В.ДВ.7.6 Основы промышленного водоотведения Б.3.В.ДВ.8.6 Основы промышленного водоснабжения Б.3.В.ДВ.10.4 Водоотводящие сети Б.3.В.ДВ.12.3 Вяжущие вещества
---	---

Компетентностный подход предполагает построение учебного процесса [1-4] исходя из результата образования (в учебную программу закладываются отчётливые и сопоставимые параметры описания того, что студент будет знать и уметь в конце обучения). Такой подход непосредственно связан с идеей всесторонней подготовки и воспитания обучающегося не только в качестве профессионала, но и как личности: передача студенту совокупности знаний, умений и навыков в определённой сфере, развитие кругозора, междисциплинарного чутья, способности к самообучению и формированию гуманистических ценностей.

Для иллюстрации приведем ряд задач из различных дисциплин, решение которых будет способствовать формированию указанных в табл. 1 компетенций.

1. Размещение головных сооружений

Имеются три площадки для размещения головных предприятий: 1, 2 – для забора подземных вод; 3 – для забора поверхностных вод. Требуется разместить головные водопроводные сооружения для подачи воды трём потребителям с заданными расходами:

1 потребитель - $G_1 = 30000 \text{ м}^3/\text{сутки}$; 2 потребитель - $G_2 = 20000 \text{ м}^3/\text{сутки}$; 3 потребитель - $G_3 = 40000 \text{ м}^3/\text{сутки}$. При этом максимальные производительности водозаборов для 1-й и 2-й площадки не должны превышать $20000 \text{ м}^3/\text{сутки}$. Стоимость водозаборных сооружений для поверхностных вод (водозабор, очистные сооружения) - $d_3 = 37 \text{ тыс. руб/м}^3$; стоимость водозаборных сооружений для забора подземных вод $d_1 = d_2 = 50 \text{ тыс. руб/ м}^3$. Расстояния l_{ij} между потребителями и площадками для водозаборных сооружений приведены на рис. 1. Определить оптимальные производительности x_1, x_2, x_3 водозаборов и транспортируемое из пункта P_j в пункт P_i количество воды x_{ij} , обеспечивающие наименьшую стоимость со-

оружений, если подача 1 м^3 на 1 км обходится: $a_1 = 25$ тыс. руб. – с первой площадки; $a_2 = 20$ тыс. руб. – со второй площадки; $a_3 = 10$ тыс. руб. – с третьей площадки.

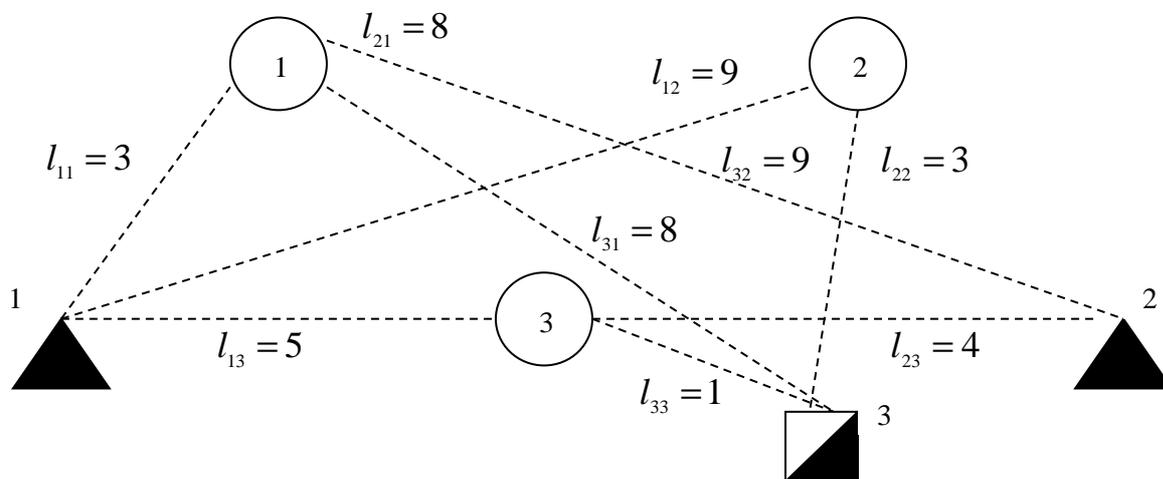


Рис. 1. Расстояния между потребителями и площадками для водозаборных сооружений

Таким образом, целью решения является минимизация целевой функции

$$f = \sum_{j=1}^3 d_j x_j + \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 a_j x_i l_{ij}; \sum_{j=1}^3 x_{ij} = G_i, \sum_i x_{ij} = x_j, x_{ij} \geq 0, x_k \leq 20000, k = 1, 2.$$

Получили типичную задачу линейного программирования.

2. Размещение сети культурно-бытового обслуживания

Пусть известны численность A населения города и численность B населения, обслуживаемого культурно-бытовыми учреждениями. Должны иметь $B=A$. Пусть далее:

n – число жилых районов города, j – номера районов, a_j – население j -го района, m – число культурно-бытовых учреждений, b_i – численность населения, обслуживаемого культурно-

бытовым центром, $\sum_{i=1}^m b_i = B$ ($A = \sum_{j=1}^n a_j = \sum_{i=1}^m b_i = B$), \tilde{n}_{ij} – минимальные затраты времени на передвижение из каждого j -го населённого места в каждый i -й центр культурно-бытового обслуживания.

Требуется определить численность x_{ij} населения j -го жилого района, обслуживаемого i -м культурно-бытовым центром, обеспечивающую суммарный минимум времени на передвижение населения к центрам культурно-бытового обслуживания: из условий минимума

$$f = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \text{ определить значения } x_{ij} \text{ при ограничениях } f = \sum_{j=1}^n x_{ij} = b_i, \sum_{i=1}^m x_{ij} = a_j, x_{ij} \geq 0.$$

Решение указанных задач может производиться известными методами [5; 6]; наиболее распространенным является симплекс-метод (существуют стандартные программы).

3. Надежность и экспертиза

Испытывается узел управления системами отопления, состоящий из системы задвижек, элеватора и регулятора расхода. Надежности элементов (выходят из строя независимо друг от друга) соответственно равны: $p_1 = 0,99$; $p_2 = 0,8$; $p_3 = 0,5$. До срока капитального ремонта выяснилось, что рассматриваемый узел управления системы отопления неисправен. Найти с учетом этого вероятности гипотез: H_1 - неисправна система задвижек, H_2 - неисправен элеватор, H_3 - неисправен регулятор расхода.

Опыт показал, что имеет место одна из гипотез H_1, H_2, H_3 , то есть событие $A = H_1 + H_2 + H_3$ (до опыта возможны были не три, а восемь гипотез: H_0 - исправны все три элемента, H_4 - неисправны система задвижек и элеватор, H_5 - неисправны система задвижек и регулятор расхода, H_6 - неисправны элеватор и регулятор расхода, H_7 - неисправны все три элемента). Априорные и апостериорные вероятности гипотез: $P(H_1) = 0,099$; $P(H_2) = 0,004$; $P(H_3) = 0,001$; $P(H_1 | A) \approx 0,95$; $P(H_2 | A) \approx 0,04$; $P(H_3 | A) \approx 0,01$.

Часто возникает задача, аналогичная рассмотренной, но с некоторым видоизменением. Пусть узел управления системы отопления подвергается текущим испытаниям. Оказалось, что он неисправен. Для локализации неисправности система подвергается испытаниям: на прочность (давлением), на плотность (воздушным давлением), на температурный режим. Первые две проверки не показали неисправности (арматура и оборудование не вышли из строя); третья показала отклонение от нормы, то есть произошло событие $B = \{+ + -\}$. Известные вероятностные ошибки p_{ij} проверок (i - номер проверки, j - номер гипотезы; результаты испытаний независимы) при наличии гипотез H_1, H_2, H_3 : $p_{11} = 0,01$, $p_{12} = 0,03$, $p_{13} = 0,005$; $p_{21} = 0,01$, $p_{22} = 0,02$, $p_{23} = 0,01$; $p_{31} = 0,02$, $p_{32} = 0$, $p_{33} = 0,03$. Требуется определить наиболее вероятную гипотезу о причине неисправности.

В качестве априорных вероятностей для учета результатов проверки возьмем данные предыдущей задачи: $P(H_1 | A) = 0,95$; $P(H_2 | A) = 0,04$; $P(H_3 | A) = 0,01$.

Условные вероятности события B : $P(B | H_1) = (1 - p_{11}) \cdot (1 - p_{21}) \cdot p_{31} \approx 0,018$;
 $P(B | H_2) = (1 - p_{12}) \cdot (1 - p_{22}) \cdot p_{32} = 0$; $P(B | H_3) = (1 - p_{13}) \cdot (1 - p_{23}) \cdot p_{33} \approx 0,03$.

По формуле Байеса:

$$P(H_1 | AB) = \frac{P(H_1 | A) \cdot P(B | H_1)}{\sum_{i=1}^3 P(H_i | A) \cdot P(B | H_i)} \approx 0,983; P(H_2 | AB) = 0; P(H_3 | AB) \approx 0,017.$$

Результаты обучения бакалавра с точки зрения рабочей нагрузки, уровня, результатов обучения, компетенций и профиля, естественно, определяются компетентностно-кредитным форматом образовательного стандарта и на основе современной парадигмы междисциплинарных аспектов науки и образования [6].

Список литературы

1. Гарькина И.А., Данилов А.М. Системный подход к повышению качества образования // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. – 2013. – № 4. – Т. 19. – С. 4-7.
2. Гарькина И.А., Данилов А.М. Системные методология в управлении качеством образования // Педагогика высшей школы и проф. образования. – 2012. – № 1. – С. 7-9.
3. Данилов А.М., Гарькина И.А. Образовательная система с позиций идентификации и управления // Региональная архитектура и строительство. – 2013. – № 2. – С. 143-146.
4. Данилов А.М., Гарькина И.А., Маркелова И.В. Методологические принципы оценки качества образовательной системы // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. - URL: www.science-education.ru/116-12335.
5. Данилов А.М., Гарькина И.А. Теория вероятностей и математическая статистика с инженерными приложениями : учебное пособие. – Пенза : ПГУАС, 2010. – 228 с.
6. Скачков Ю.П., Данилов А.М., Гарькина И.А. Модификация метода ПАТТЕРН к решению архитектурно-строительных задач // Региональная архитектура и строительство. – 2011. – № 1 (10). – С. 4-9.

Рецензенты:

Ласьков Н.Н., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Строительные конструкции», ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», г. Пенза.

Логанина В.И., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Управление качеством и технологии строительного производства», ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», г. Пенза.