

## ПРИМЕНЕНИЕ РАНГОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ СПИРМЕНА ДЛЯ АНАЛИЗА КОРРЕЛЯЦИИ ДИСЦИПЛИН В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ СПЕЦИАЛЬНОСТИ ВУЗА

Черняева Н.В.

Научный руководитель: Мицель А.А., д.т.н., профессор кафедры информационных систем ЮТИ ТПУ  
Томский политехнический университет Юргинский технологический институт  
nina.turalina@yandex.ru

В процессе внедрения в систему образования новых федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) при формировании учебных планов и рабочих программ необходимо учитывать связи между изучаемыми дисциплинами. Отражаются эти связи с помощью таких понятий как «пререквизиты» и «постреквизиты». Пререквизиты – дисциплины, обязательные для освоения *до* изучения данной дисциплины. Постреквизиты (кореквизиты) – дисциплины, обязательные для освоения *после* изучения данной дисциплины. В большинстве случаев пререквизиты и постреквизиты дисциплины указываются в учебном плане на усмотрение преподавателя без вычисления каких-либо взаимосвязей между ними. Следовательно, учебный план может не в полной мере отражать взаимосвязи между дисциплинами, что приведет к противоречивым оценкам, а в дальнейшем – к претензиям со стороны аудиторов системы менеджмента качества образования.

### Постановка задачи

Задачу оптимизации учебного плана можно сформулировать следующим образом: необходимо отобрать в учебный план наиболее важный для профессиональной деятельности материал и расположить его по семестрам оптимальным образом с учетом последовательности изучения дисциплин. Необходимо отметить, что учебные планы могут быть формализованы в виде ориентированных графов, таблиц или иметь матричное представление, что и обуславливает множество методов их построения [1, с. 16-28].

На основании анализа существующих подходов к решению задачи построения учебного плана специальности с учетом логической увязки дисциплин можно сделать вывод, что корреляция между дисциплинами в учебном плане при составлении пререквизитов и постреквизитов задается в основном экспертным путем, т.е. на усмотрение преподавателя данной дисциплины.

Например, в работах [2, с.90-97, 3, 179-185] предлагается алгоритм формирования рабочей программы дисциплины с учетом взаимовлияния изучаемых дисциплин и формируемых компетенций, где зависимость между дисциплинами в данной модели устанавливается пользователем, т.е. проблема адекватности таких связей остается открытой.

В большинстве моделей автоматизации процесса построения учебного плана

специальности отсутствуют модули анализа взаимосвязи дисциплин. Поэтому нами было принято решение о разработке собственной модели анализа тесноты связи дисциплин учебного плана на основе коэффициентов ранговой корреляции Спирмена.

### Материалы и методы

В качестве входных данных для анализа взаимосвязи дисциплин учебного плана выступают результаты итоговой аттестации студентов (оценки, выраженные в баллах). При этом стоит учитывать, что традиционная оценка, выставляемая в экзаменационную ведомость, в каждом конкретном вузе определяется по собственной шкале. Например, в НИ ТПУ (г. Томск) перевод баллов в традиционные оценки осуществляется по 100-балльной шкале.

Т.к. оценки студентов (признаки) подчиняются отличным от нормального законам распределения, а именно являются многовершинным распределением, то будем рассчитывать непараметрические коэффициенты корреляции. Для этого значения признаков (в нашем случае это баллы студентов по итоговому контролю освоения дисциплины) следует упорядочить или проранжировать по степени убывания или возрастания признака.

Для оценки тесноты связи между различными дисциплинами специальности используем коэффициент ранговой корреляции Спирмена [4, с. 626-628]. Вычисляется он следующим образом:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)},$$

где  $d_i^2$  – квадрат разности рангов;

$n$  – число наблюдений (число пар рангов).

Коэффициент Спирмена принимает значения от -1 до 1.

Значимость коэффициента проверяется на основе  $t$ -критерия Стьюдента по формуле. При проверке этой гипотезы вычисляется  $t$ -статистика:

$$t_{pac} = \sqrt{\frac{\rho^2 (n - 2)}{1 - \rho^2}}.$$

Расчетное значение сравнивается с табличным значением  $t_q(n - 2)$ . Если расчетное значение больше табличного, это свидетельствует о

значимости коэффициента корреляции, а, следовательно, и о статистической существенности зависимости между выборочными данными. Задача может быть решена с помощью любого математического пакета (например, Mathcad).

#### Результаты исследования

Исследование корреляции выполнено на основе данных об успеваемости студентов ЮТИ НИ ТПУ. За основу взята выборка итоговых оценок по всем дисциплинам учебного плана студентов последних трех лет (2013, 2014 и 2015 гг.) по специальности «Прикладная информатика», форма обучения – бакалавриат.

Структура основной образовательной программы разработана на кафедре Информационных систем ЮТИ НИ ТПУ. В ней определены пререквизиты для каждой изучаемой дисциплины.

Число наблюдений (студентов) равно 30, следовательно, число степеней свободы  $\nu = n - 2 = 28$ . Тогда согласно таблице критических точек распределения Стьюдента при уровне значимости 0,05  $t_q(28) = 2,05$ . На основании предложенной модели получена корреляционная матрица междисциплинарной связи дисциплин размерностью  $N \times N$ , где  $N$  – число дисциплин, изучаемых на протяжении всего периода обучения. Коэффициенты корреляции, для которых  $t$ -статистика меньше чем  $t_q(28) = 2,05$ , можно считать равными нулю, т.е. корреляция незначима.

Исходя из анализа общей матрицы коэффициентов корреляции, можно сделать следующие выводы:

а) Большинство дисциплин первого семестра (информатика и программирование, история, математика и др.) имеют тесную корреляцию. Это можно объяснить тем, что все они требуют базовых знаний школьной программы, при эффективном усвоении школьных предметов наблюдается хорошая успеваемость в течение первого семестра обучения.

б) Дисциплины последнего 8-го семестра (графические средства в информационных системах, инженерно-производственная подготовка, управление информационными системами и др.) так же имеют тесную связь. Связано это с тем, что все они направлены на успешную сдачу государственного экзамена по направлению специальности, а также большинство из них подразумевают применение полученных теоретических знаний на производстве, т.е. задействуются практические умения студентов и их творческий потенциал.

в) Пререквизиты, заявленные в учебном плане, на практике не всегда показывают корреляционную связь с дисциплиной, для

которой они назначены. Основанием этому служит, как уже сказано ранее, то, что пре- и кореквизиты назначаются преподавателями на свое усмотрение, не проводится исследований их взаимозависимостей.

г) Большинство дисциплин имеют значимую корреляцию с иностранным языком, что можно объяснить особенностями специальности. Большинство языков программирования написано на английском языке, следовательно, если студент владеет им на должном уровне, то и осваивает навыки программирования он гораздо легче.

Таким образом, можно сделать вывод, что назначение пререквизитов дисциплинам в рабочих программахна усмотрение преподавателя или методом экспертных оценок не соответствует либо не в полной мере отражает реальную корреляцию дисциплин на основе успеваемости студентов.

Исследование корреляции дисциплин учебного плана может быть полезно не только при составлении базовых учебных планов, но и при построении индивидуальной траектории обучения студента. Ранее нами была разработана динамическая модель управления индивидуальной траекторией обучения студента [5, с. 77-81]. С помощью коэффициентов тесноты междисциплинарной связи (дисциплин пререквизитов и дисциплин-корреквизитов) определяется порядок изучения дисциплин, который задается индивидуальным учебным планом. Таким образом, используя полученные результаты по тесноте связей дисциплин учебного плана на основе коэффициентов ранговой корреляции Спирмена, можно реализовать ограничение, связанное с порядком изучения дисциплин, как в течение всего периода обучения, так и в отдельном семестре.

#### Список литературы

1. Строганов В.Ю. Формализованное описание учебного плана / В.Ю. Строганов, О.Б. Рогова, Л.В. Иванова, Г.Г. Ягудаев // В мире научных открытий. Красноярск: НИЦ, 2011. № 9 (21). С. 16-28.
2. Космачёва И.М. Автоматизированная система формирования рабочих программ учебных дисциплин / И.М. Космачёва, И.Ю. Квятковская, И.В. Сибикина // Вестник АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2016. №1. С. 90-97.
3. Сибикина И. В. Оценка уровня сформированности компетенции студента вуза на примере графовой модели / И. В. Сибикина, И. М. Космачева, И. Ю. Квятковская // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2014. Т. 2, №1. С. 179–185.
4. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 813с.
5. Мицель А.А. Динамическая модель управления индивидуальной траекторией обучения студентов

XIV Международная научно-практическая конференция студентов аспирантов и молодых учёных  
«Молодёжь и современные информационные технологии»

/ А.А. Мицель, Н.В. Черняева // Вестник ВГУИТ,  
№2, 2015. С. 77-81.