

УДК 621.331

Диагностика тесноты междисциплинарных связей по семестровым экзаменационным оценкам студентов в период смешанных форм обучения в вузе

П. В. Герасименко

Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I, Россия, 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9

Для цитирования: Герасименко П. В. Диагностика тесноты междисциплинарных связей по семестровым экзаменационным оценкам студентов в период смешанных форм обучения в вузе // Известия Петербургского государственного университета путей сообщения. СПб.: ПГУПС, 2024. Т. 21, вып. 3. С. 561–568. DOI: 10.20295/1815-588X-2024-03-561-568

Аннотация

Проведен анализ тесноты междисциплинарных связей, построенной с помощью экзаменационных оценок, полученных студентами по предшествующим и последующим дисциплинам, согласно их последовательности в учебном плане. Рассмотрены влияние знаний математических дисциплин на знание общеинженерных дисциплин и связь знаний между дисциплинами специального блока, полученных как при очной, так и при дистанционной формах обучения. Теснота междисциплинарных связей устанавливалась на основании результатов экзаменационных экзаменов бакалавров направления «Информатика и вычислительная техника», проводимых как до возникновения, так и в период развития пандемии.

Ключевые слова: ЕГЭ по математике, математические и инженерные дисциплины, коэффициент корреляции, экзаменационные оценки, теснота связи

Введение

Сегодня в стране открылись широкие возможности для запуска новых проектов наращивания производственных мощностей. Это подтверждают достижения российских предприятий, отрасли которых за последние пять лет достигли следующего роста: валового регионального продукта — 13%, промышленного производства — 21,3%, сельского хозяйства — 21,8%, строительства — 38,8%. Тормозом для дальнейшего роста становится нехватка высококвалифицированных кадров. Особенно ярким кадровый дефицит стал на фоне экономической активности [1] в стране. На основании проведенного в мае 2023 года Институтом народнохозяйственного прогнозирования Рос-

сийской академии наук опроса предприятий отмечена максимальная с 2013 года нехватка квалифицированных трудовых ресурсов [2].

Основная причина, которая прежде всего вызвала обострение проблемы квалифицированного персонала, связана с недостаточным уровнем подготовки выпускников вузов. Они должны быть вооружены освоенными в области их будущей практической деятельности базовыми научными теориями и современными информационно-компьютерными технологиями.

Постановка задачи

Качественное исполнение выпускниками своих будущих профессиональных обязанностей

закладывается в техническом вузе фундаментальной подготовкой, которая формирует у них твердые знания и способность быстро осваивать их регулярные изменения. Эти требования обеспечиваются в том числе строгим соблюдением последовательности изучения взаимосвязанных дисциплин. Для этого материал учебных дисциплин последующих семестров должен опираться на знание студентами материала дисциплин предыдущих семестров, а студенты первого курса прежде всего должны опираться на школьные математику и физику.

Следует отметить, что в последние годы образовательный процесс в вузах РФ существенно усложнился из-за возникшей пандемии, в дополнение к произошедшим сложным социальным процессам и введению ЕГЭ. Поэтому возникла необходимость в обязательном порядке дистанционно осваивать и проводить образовательный процесс как в школе, так и в вузе. На сегодняшний день все образовательные учреждения приобрели определенный опыт проведения очных, дистанционных и смешанных форм занятий в различных последовательностях. Опыт проведения этих учебных занятий, после которых знания студентов были оценены в баллах, является важным элементом образовательного процесса. После его дальнейшего внедрения в различных формах в практику обучения он позволит студентам достигнуть высоких индивидуальных показателей в учебном процессе и избежать негативных результатов.

Как известно, экзаменационная оценка обучаемого, являясь мерой знаний, с математической точки зрения рассматривается как случайная величина, что обусловлено учетом влияния на нее множества факторов. Из них следует выделить требования преподавателя, отношение студента к учебному процессу,

организацию самого процесса, оценивание знаний и др. Поэтому величину оценки отдельного студента по конкретной дисциплине рассматривают как дискретное значение случайной величины, представляющей знания, усвоенные студентом по дисциплине. В свою очередь, среднюю оценку коллектива студентов — как дискретную случайную величину, определяемую суммой соответствующего числа одинаково распределенных случайных величин.

Процесс накопления знаний, оцениваемых в баллах, происходит за счет достаточно сложного процесса формирования у обучаемого новых знаний на основе имеющихся. Моделирование процесса формирования новых знаний по приобретенным обычно рассматривается как функционирование устройства типа «черный ящик», где содержатся определенные базовые знания, а на вход в него поступает новая учебная информация. В таком устройстве путем сложных взаимосвязанных процессов формируются новые знания [1].

Другими словами, внутри «черного ящика» под воздействием новых знаний происходит дополнение и функциональное преобразование предыдущих знаний обучаемых, увеличивая объем и повышая степень их сложности, а также взаимную связь между ними. Такая упрощенная модель позволяет за индикаторы знаний (контрольные показатели знаний) на выходе освоения учебных дисциплин принять оценки семестровых экзаменов. За второй индикатор, определяющий взаимную связь между дисциплинами, целесообразно принять коэффициенты корреляции между ними. Они вычисляются между векторами семестровых оценок учебных групп студентов или их объединений по этим дисциплинам.

Поскольку базовые знания оказывают существенное влияние на формирование новых

знаний, то математическая связь между знаниями дисциплин показывает глубину научного содержания специальности, которую студент получает в вузе [2].

Таким образом, коэффициенты корреляции межпредметных (междисциплинарных) связей оцениваются по достигнутым уровням оценок студентов и выступают индикаторами (показателями) учебного процесса в вузе, а именно показателями его содержания, структуры, методов, средств и форм обучения. Другими словами, показатели межпредметных связей служат интегрирующими характеристиками учебного процесса вуза, его научности, систематичности, целостности, преемственности.

К сожалению, в образовательном процессе нового века требования к уровню базовых знаний для профессиональных инженерных дисциплин продолжают снижаться. Определяется это снижение, прежде всего, низким уровнем знания абитуриентами элементарной школьной математики, что влечет за собой в дальнейшем низкий уровень знаний по высшей математике. Начало этой тенденции сформировалось при переходе в технических вузах на подготовку бакалавров и внедрении ЕГЭ [3].

Существование данного недостатка подтверждают многие публикации, в том числе работа [4], где проведен сравнительный анализ принятых в разные годы учебных программ по математике и оценено отношение вузов к математической подготовке по объему выделяемого учебного времени и применяемых методик обучения.

Цель настоящей работы — установить на примере анализа соотношений корреляционных связей, во-первых, влияние математических дисциплин на инженерные, во-вторых, влияние ранее изученного на последующее изучение специальных дисциплин, которые

рассмотрены в двух отдельно сформированных согласно учебному плану блоках. При этом рассматривалось изучение бакалаврами одного блока специальных дисциплин в смешанной (дистанционной и частично очной) форме в условиях распространения пандемии COVID-19 и второго блока специальных дисциплин, изучение которых проходило в завершающем периоде обучения в условиях традиционной очной формы учебного процесса. При анализе использовались статистические данные образовательного процесса студентов направления «Информатика и вычислительная математика (ИВТ)» ПсковГУ [5].

Исследование междисциплинарных связей по экзаменационным оценкам студентов направления ИВТ

Учитывая, что учебные дисциплины в вузах формируются на основании накопленных научных теорий, для чего над ними проводится дифференциация в высокой степени, то их можно объединять в блоки учебных дисциплин. Это позволяет рассматривать междисциплинарные связи как между блоками дисциплин, так и внутри них [4].

В настоящей работе исследовано влияние математических дисциплин на знания общеинженерных дисциплин путем оценивания тесноты их междисциплинарных связей.

Исходя из утверждения, что базовые знания оказывают существенное влияние на формирование новых знаний, в качестве показателей связи между этими знаниями могут выступать коэффициенты корреляции между оценками двух дисциплин одной группы студентов [5].

В настоящей работе для оценивания состояния тесноты связей между математическими и общеинженерными дисциплинами использованы результаты исследований [5], где приведена корреляционная матрица,

элементами которой являются коэффициенты корреляции между этими дисциплинами. Коэффициенты корреляции, характеризующие межпредметную связь между специальными дисциплинами, которые были изучены бакалаврами направления ИВТ в 5-м и 6-м семестрах (в 2020–2021 годах) в период развития пандемии COVID-19, представлены в табл. 1.

Результаты, представленные в табл. 1, составляют первый блок специальных дисциплин, которые изучались в 5-м и 6-м семестрах в период обучения студентов по смешанной форме (в основном дистанционно и частично при выполнении лабораторных и практических работ в очной форме). Следует заметить,

что студенты к 5-му и 6-му семестрам уже освоили в очной форме ряд учебных дисциплин, связанных с информационными технологиями, которые позволяли им успешно дистанционно осваивать материал специальных дисциплин. Сам процесс обучения специальным дисциплинам проходил с применением современных средств, базирующихся на цифровых технологиях. В табл. 2 представлены коэффициенты корреляции второго блока специальных дисциплин.

Их изучение проходило после пандемии COVID-19 с теми же бакалаврами направления ИВТ на выпускном курсе в 2021/22 учебном году [3].

ТАБЛИЦА 1. Коэффициенты корреляции специальных дисциплин 5-го и 6-го семестров

N	Дисциплины	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Программная инженерия	1,0									
2	Технология программирования	0,84	1,0								
3	Объектно-ориентированное программирование	0,79	0,73	1,0							
4	Схемотехника ЭВМ	0,53	0,43	0,54	1,0						
5	Операционные системы	0,69	0,62	0,74	0,63	1,0					
6	Программирование в графических средах	0,63	0,56	0,79	0,53	0,57	1,0				
7	Основы сетевых технологий	0,65	0,58	0,68	0,57	0,55	0,65	1,0			
8	Управление данными	0,63	0,50	0,62	0,61	0,52	0,69	0,82	1,0		
9	Системное ПО	0,60	0,54	0,65	0,69	0,66	0,78	0,66	0,76	1,0	
10	Надежность вычислительных систем	0,72	0,66	0,69	0,54	0,58	0,67	0,78	0,78	0,74	1,0

ТАБЛИЦА 2. Коэффициенты корреляции специальных дисциплин 7-го и 8-го семестров

N	Дисциплины	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Веб-программирование (1)	1,0							
2	Защита информации	0,75	1,0						
3	Администрирование сетей	0,53	0,59	1,0					
4	Веб-программирование (2)	0,59	0,58	0,52	1,0				
5	Конструкторско-технологическое обеспечение ЭВМ	0,78	0,70	0,56	0,56	1,0			
6	Организация ЭВМ и систем	0,41	0,51	0,44	0,35	0,52	1,0		
7	Государственный экзамен по специальности	0,69	0,58	0,21	0,44	0,52	0,24	1,0	
8	Защита ВКР	0,68	0,57	0,52	0,82	0,59	0,81	0,51	1,0

Анализ результатов выполненных исследований

Для определения значимости уровней тесноты междисциплинарных связей, оцениваемых по величинам корреляционных коэффициентов между итоговыми экзаменационными оценками одной группы студентов по двум дисциплинам, в работе принята шкала Чеддока (табл. 3).

ТАБЛИЦА 3. Характер связи линейных коэффициентов корреляции по шкале Чеддока

Интервал коэффициента корреляции	Характер связи
До $ \pm 0,3 $	По. — практически отсутствует
От $ \pm 0,3 $ до $ \pm 0,5 $	Сл. — слабая
От $ \pm 0,5 $ до $ \pm 0,7 $	У. — умеренная
От $ \pm 0,7 $ до $ \pm 1,0 $	С. — сильная

Таблица устанавливает зависимость характера связи от интервалов коэффициентов корреляции. По данным корреляционной матрицы работы [1] с помощью шкалы Чеддока построена матрица, отражающая характер связи между математическими и общеинженерными дисциплинами (табл. 4).

ТАБЛИЦА 4. Корреляционная матрица характера связи между математическими и общеинженерными дисциплинами

Дисциплины	Математическая логика	Алгебра и геометрия	Математический анализ	Теория вероятностей	Дискретная математика	Вычислительная математика	Средний коэффициент
Физика	У.	У.	Сл.	У.	У.	У.	У.
Программирование	Сл.	У.	Сл.	У.	Сл.	У.	Сл.
Информатика	Сл.	По.	По.	С.	Сл.	У.	Сл.
Теория алгоритмов	У.	У.	По.	С.	У.	У.	У.
Теория кодирования	Сл.	Сл.	По.	Сл.	У.	У.	Сл.
Электроника	Сл.	У.	По.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.
Моделирование	У.	Сл.	Сл.	У.	У.	У.	У.
Основы теории управления	Сл.	По.	По.	У.	По.	Сл.	Сл.
Инженерная и компьютерная графика	У.	У.	Сл.	У.	У.	У.	У.

На основании приведенных в табл. 4 уровней тесноты междисциплинарных связей выполнено их обобщение, и в табл. 5 представлены количества таких связей между математическими и инженерными дисциплинами.

Из анализа приведенных уровней характера связей математических и инженерных дисциплин следует, что связи между математическим анализом и инженерными дисциплинами практически отсутствуют (64%) и слабые (36%). Остальные математические дисциплины имеют слабую либо умеренную тесноту связи с инженерными.

С использованием табл. 3 выполнено перестроение табл. 1 и табл. 2, в результате чего, соответственно, в табл. 6 и табл. 7 представлены качественные оценки междисциплинарных связей между специальными дисциплинами, которые позволили выполнить анализ качества проведенного учебного процесса в разные периоды и в разных условиях.

Согласно данным табл. 6, анализ уровней связи между специальными дисциплинами, которые изучались в период развития

ТАБЛИЦА 5. Количества характерных уровней связи между математическими и инженерными дисциплинами, выраженные в процентах

Качественные уровни тесноты связи между математическими и инженерными дисциплинами	Математические дисциплины						
	Математическая логика	Алгебра и геометрия	Математический анализ	Теория вероятностей	Дискретная математика	Вычислительная математика	Средний коэффициент корреляции
Практически отсутствует	0	9	64	0	9	9	0
Слабая	45,5	35,5	36	18	45,5	18	64
Умеренная	45,5	45,5	0	64	45,5	73	36
Сильная	9	0	0	18	0	0	0

ТАБЛИЦА 6. Характер связи между специальными дисциплинами 5-го и 6-го семестров

N	Дисциплины	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Программная инженерия	1,0									
2	Технология программирования	С.	1,0								
3	Объектно-ориентированное программирование	С.	С.	1,0							
4	Схемотехника ЭВМ	У.	Сл.	У.	1,0						
5	Операционные системы	У.	У.	С.	У.	1,0					
6	Программирование в графических средах	У.	У.	У.	У.	У.	1,0				
7	Основы сетевых технологий	У.	У.	У.	У.	У.	У.	1,0			
8	Управление данными	У.	У.	У.	У.	У.	У.	С.	1,0		
9	Системное ПО	У.	У.	У.	У.	У.	У.	У.	С.	1,0	
10	Надежность вычислительных систем	С.	У.	У.	У.	У.	У.	У.	С.	С.	1,0

ТАБЛИЦА 7. Характер связи между специальными дисциплинами 7-го и 8-го семестров

N	Дисциплины	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Веб-программирование (1)	1,0							
2	Защита информации	С.	1,0						
3	Администрирование сетей	У.	У.	1,0					
4	Веб-программирование (2)	У.	У.	У.	1,0				
5	Конструкторско-технологическое обеспечение ЭВМ	С.	С.	У.	У.	1,0			
6	Организация ЭВМ и систем	Сл.	У.	Сл.	С.	У.	1,0		
7	Государственный экзамен по специальности	У.	У.	У.	У.	Сл.	у	1,0	
8	Защита ВКР	У.	У.	У.	У.	С.	У.	У.	1,0

пандемии COVID-19, установил следующие интегральные характеристики количества пар дисциплин: слабая — 2, умеренная — 78, сильная — 20. Числовые величины представлены в процентах от общего числа межпредметных связей.

В табл. 7 представлены качественные оценки междисциплинарных связей между специальными дисциплинами, изучение которых проходило по завершении пандемии в 7-м и 8-м семестрах, что позволило проводить занятия очно.

Интегральные характеристики количества пар дисциплин в процентах в этот период, установленные на основании табл. 8, следующие: слабая — 12, умеренная — 68, сильная — 20.

Выводы

Таким образом, анализ диагностики междисциплинарных связей между математическими и инженерными дисциплинами подтвердил слабый уровень подготовленности школьников для обучения их инженерным специальностям с достаточно высоким качеством. Надежда на то, что в настоящее время выпускники большинства инженерных вузов будут вооружены достигнутыми в области их будущей практической деятельности базовыми научными теориями и современными информационно-компьютерными технологиями, весьма слабая.

Из анализа тесноты связей между специальными дисциплинами двух блоков, которые изучены в разные периоды (табл. 7 и табл. 8), следует, что теснота связи между специальными дисциплинами практически одного уровня. Результаты проведенного «вынужденного эксперимента» по изучению нового материала в вузе дистанционно с помощью цифровой техники и очно под руководством преподавателей в аудиториях вуза показывают, что эти формы обеспечивают равный успех учебного процесса, если студенты получили на первых курсах знания и умения применять компьютерную технику и информационные технологии [5].

Результаты проведенного исследования в целом свидетельствуют, что изучение уровней тесноты междисциплинарных связей в вузах является одной из задач профессиональной деятельности преподавателей. Поэтому систему междисциплинарных связей необходимо постоянно применять для

внесения изменений в учебный план и программы. Она должна быть направлена на активизацию совершенствования учебных планов и программ.

Библиографический список

1. Мануйлова А., Фролова П., Снеткова Д. Дефицит кадров повысил разборчивость // Коммерсантъ. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6085018> (дата обращения: 07.07.2023).
2. Кадровый дефицит // Всероссийская транспортная еженедельная информационно-аналитическая газета. 2023. № 28 (1303).
3. Герасименко П. В., Благовещенская Е. А., Ходаковский В. А. Математическое моделирование процесса изучения учебных многосеместровых дисциплин в технических вузах // Известия Петербургского государственного университета путей сообщения. 2017. Т. 14, вып. 3. С. 513–522.
4. Герасименко П. В. Путь реформирования математического образования в технических вузах РФ: от фрагментарного до фундаментального и наоборот // Актуальные проблемы преподавания математики в техническом вузе. 2020. № 8. С. 80–87.
5. Сравнительный анализ степени влияния математической подготовки на уровень знаний инженерных дисциплин при обучении студентов направления ИВТ до и во время развития пандемии COVID-19 / П. В. Герасименко [и др.] // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: материалы VI Международной научной конференции (Красноярск, 20–23 сентября 2022 г.). 2022. Ч. 2. 448 с.

Дата поступления: 16.06.2024

Решение о публикации: 29.07.2024

Контактная информация:

ГЕРАСИМЕНКО Петр Васильевич — докт. техн. наук, профессор; pv39@mail.ru

Diagnostics of the closeness of interdisciplinary connections based on semester examination assessments of students

P. V. Gerasimenko

Emperor Alexander I Petersburg State Transport University, 9, Moskovsky pr., Saint Petersburg, 190031, Russia

For citation: *Gerasimenko P. V.* Diagnostics of the closeness of interdisciplinary connections based on semester examination assessments of students // Proceedings of Petersburg Transport University. 2024. Vol. 21, iss. 3. P. 561–568. (In Russian) DOI: 10.20295/1815-588X-2024-03-561-568

Abstract

The analysis of the closeness of interdisciplinary connections, built with the help of exam grades received by students in previous and subsequent disciplines, according to the sequence of their study according to the curriculum. The influence of the knowledge of mathematical disciplines on the knowledge of general engineering disciplines and the dependence of knowledge between the disciplines of a special block, achieved both in full-time and distance learning, is considered. The closeness of interdisciplinary ties was established on the basis of the results of the bachelor's examinations in the field of Computer Science and Computer Engineering, conducted both before the outbreak and during the development of the pandemic.

Keywords: Unified State Examination in mathematics, mathematical and engineering disciplines, correlation coefficient, exam scores, closeness of connection

References

1. Manujlova A., Frolova P., Snetkova D. Deficit kadrov povysil razborchivost' // Kommersant. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6085018> (data obrashheniya: 07.07.2023). (In Russian).

2. Kadrovyy deficit // Vserossiyskaya transportnaya ezhenedel'naya informacionno-analiticheskaya gazeta. 2023. № 28 (1303). (In Russian).

3. Gerasimenko P. V., Blagoveshhenskaya E. A., Xodakovskij V. A. Matematicheskoe modelirovanie processa izucheniya uchebnyh mnogosemestrovyyh disciplin v texnicheskikh vuzah // Izvestiya Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshheniya. 2017. T. 14, vy'p. 3. S. 513–522. (In Russian).

4. Gerasimenko P. V. Put' reformirovaniya matematicheskogo obrazovaniya v tehnicheskikh vuzah RF: ot fragmentarnogo do fundamental'nogo i naoborot // Aktual'nye problemy prepodavaniya

matematiki v tehničeskom vuze. 2020. № 8. S. 80–87. (In Russian).

5. Sravnitel'nyj analiz stepeni vliyaniya matematicheskoy podgotovki na uroven' znaniy inzhenernyh disciplin pri obuchenii studentov napravleniya IVT do i vo vremya razvitiya pandemii COVID-19 / P. V. Gerasimenko [i dr.] // Informatizaciya obrazovaniya i metodika elektronno obucheniya: cifrovye tehnologii v obrazovanii: materialy VI Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (Krasnoyarsk, 20–23 sentyabrya 2022 g.). 2022. Ch. 2. 448 s. (In Russian).

Received: 16.06.2024

Accepted: 29.07.2024

Author's information:

Petr V. GERASIMENKO — PhD in Engineering; pv39@mail.ru