

ся несколько типовых задач с подробным объяснением. Текущий контроль знаний выполняется на каждом практическом занятии с помощью тестов второго уровня, содержащих задачу по изучаемой на занятии теме (10–15 минут в конце занятия). Задача разбита на этапы, соответствующие последовательности решения задачи с выборочным ответом по каждому этапу. Например, тест, завершающий изучение классического метода расчета переходных процессов, разбит на пять этапов, соответствующих алгоритму расчета данным методом. На каждом этапе нужно выбрать правильный ответ из четырех предложенных (три неправильных ответа соответствуют стандартным ошибкам решения). Ответы, как правило, даются в общем виде, что исключает случайные ошибки вычислений. Таким образом, тест содержит двадцать ответов, из которых только пять правильных. Такая конструкция теста сводит возможность угадывания практически к нулю. Проверка правильности ответов может осуществляться с помощью ЭВМ или, в случае необходимости, с помощью соответствующего бланка. Если студент справился с заданием, ему начисляются рейтинговые баллы. Такой подход стимулирует студента более внимательно слушать разбор типовых задач и мотивирует более тщательное изучение теоретического материала при подготовке к практическим занятиям. Полученные знания закрепляются домашней задачей (варианты задач выложены в приложениях к лабораторно-практическим занятиям (1, 2)), имеют свою рейтинговую оценку. Задачи должны быть сданы не позднее недели после выдачи, проверяются преподавателем и в случае неверного решения возвращаются на доработку с указанием ошибок. Такая методика приводит к успешному усвоению базового материала подавляющим большинством студентов и позволяет избежать неудовлетворительных оценок на экзамене.

#### Литература

1. Бычкова, Л. Г. Линейные электрические цепи постоянного, переменного однофазного и трехфазного тока : пособие / Л. Г. Бычкова ; М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2019. – 159 с.
2. Бычкова, Л. Г. Линейные и нелинейные электрические цепи : лаборатор. практикум / Л. Г. Бычкова. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – 237 с.

### **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ЗАТРАТНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ, РЕАЛИЗУЕМЫХ КАФЕДРАМИ УНИВЕРСИТЕТА**

**О. Д. Асенчик, Е. Ф. Асенчик**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Постоянно изменяющиеся требования заказчиков кадров, обусловленные высокими темпами изменений номенклатуры производимой продукции и услуг, с одной стороны, и требования потребителей образовательных услуг, с другой стороны, приводят к постоянному росту числа образовательных программ, предлагаемых учреждениями образования. Так, ГГТУ им. П. О. Сухого за период с 2000 по 2021 г. только для получения высшего образования на I ступени увеличил число специальностей обучения с 10 до 21, т. е. более, чем в два раза. Увеличение количества специальностей подготовки характерно не только для нашего университета. В целом можно констатировать, что современный университет реализует большее количество образовательных программ разных форм и ступеней, чем 10–20 лет назад. При этом следует отметить, что в последнее десятилетие общее количество обучающихся в учрежде-

ниях высшего образования страны непрерывно уменьшается. Так, по данным Национального статистического комитета [1], общее количество студентов и магистрантов в Республике Беларусь за период с 2010 по 2021 г. уменьшилось с 447,7 тыс. человек до 263,4 тыс. человек, такая же ситуация наблюдается и в Гомельской области: произошло снижение с 56,8 до 27,1 тыс. обучающихся. В ГГТУ им. П. О. Сухого количество обучающихся снизилось примерно с 9 до 4 тыс., а объем набора на первый курс – с 868 до 504 человек. Видно, что при значительном увеличении количества предлагаемых образовательных программ высшего образования наблюдается не менее значительное снижение количество обучающихся. Таким образом, количество обучающихся, осваивающих некоторую усредненную образовательную программу (специальность), за последнее десятилетие снизилось очень значительно и, как показывает практика, неравномерно. Последнее – следствие того, что разные образовательные программы по-разному востребованы работодателями и абитуриентами. Обучающиеся осваивают их с разной степенью успешности вследствие разной степени базовой подготовки абитуриентов, что в итоге приводит к досрочному прекращению образовательных отношений со слабо подготовленными обучающимися.

Все причисленные факторы вызывают существенное и неоднородное снижение наполняемости учебных групп, а значит и являются причиной различной экономической эффективности реализуемых образовательных программ. В таких условиях необходимо иметь инструмент оценки этих образовательных программ для принятия нужных управленческих решений по структуре подготовки специалистов в университете. Поскольку в настоящее время примерно 80 % стоимости реализации образовательной программы составляют расходы на оплату труда, то мерой затратности образовательных программ, на наш взгляд, может служить количество штатных единиц профессорско-преподавательского состава, необходимых для ее реализации, соотношенное с количеством часов учебных занятий, предлагаемых программой.

Образовательные программы в современных учреждениях высшего образования непосредственно реализуются профессорско-преподавательским составом, относящимся к той или иной кафедре университета [2]. Поэтому можно утверждать, что учебная нагрузка кафедры (величина, равная отношению числа учебных часов к числу ставок профессорско-преподавательского состава) относительно нагрузки других кафедр может служить для оценки затратности образовательных программ, реализуемых ей.

Целью настоящей работы является разработка и сравнительный анализ методики расчета распределения количества ставок профессорско-преподавательского состава между кафедрами университета с учетом образовательных программ, реализуемых ими, на примере ГГТУ им. П. О. Сухого.

Общее количество ставок профессорско-преподавательского состава в целом по университету  $Q$  можно рассчитать, зная количество студентов, обучающихся по разным специальностям и формами, а также нормативы, устанавливающие соотношение количества студентов, приходящихся на одного преподавателя:

$$Q = \sum_i \sum_j Q_j^i, \quad (1)$$

где  $Q_j^i$  – количество ставок профессорско-преподавательского состава, необходимых для обучения по специальности  $j$  в форме  $i$ , которое, в свою очередь, может быть рассчитано с использованием следующего выражения:

$$Q_j^i = \frac{N_j^i}{\rho^i}, \quad (2)$$

где  $N_j^i$  – количество студентов, обучающихся по специальности  $j$  в форме  $i$ ;  $\rho^i$  – нормативное количество студентов, обучающихся в форме  $i$ , приходящееся на одного преподавателя.

Имеющееся общее количество ставок требуется распределить по кафедрам тем или иным способом.

В основе самой простой методики распределения ставок лежит предположение об одинаковости для всех кафедр университета средней нагрузке. Средняя нагрузка по университету на одного преподавателя  $q$  может быть определена как отношение общего количества часов учебных занятий  $H$  в соответствии с учебными планами и с учетом деления на группы и объединения в потоки к количеству ставок  $Q$  профессорско-преподавательского состава в целом по университету:

$$q = \frac{H}{Q}. \quad (3)$$

Тогда без учета того, что за разными кафедрами закреплены разные образовательные программы, получим количество ставок профессорско-преподавательского состава для кафедры  $k$ :

$$\bar{Q}_k = \frac{H_k}{q}. \quad (4)$$

Выражение для  $\bar{Q}_k$  является усредненным и не учитывает разную эффективность образовательных программ, реализуемых разными кафедрами университета. Применять такую упрощенную методику можно, если быть уверенным, что все образовательные программы требуют для своей реализации примерно одинаковых трудовых затрат профессорско-преподавательского состава, определяемых нормативным количеством студентов на одного преподавателя.

Более адекватной и точной, на наш взгляд, является методика, учитывающая закрепление образовательных программ за той или иной кафедрой университета и их относительную затратность. Для реализации расчета по этой методике введем понятие нагрузки на одного преподавателя  $s_j^i$  по специальности  $j$  в форме обучения  $i$ :

$$s_j^i = \frac{H_j^i}{Q_j^i}, \quad (5)$$

где  $H_j^i$  – количество часов в соответствии с учебным планом специальности  $j$  в форме  $i$ , которое рассчитывается с учетом деления на потоки. Учет деления на потоки предполагает, что если некоторое учебное занятие проводится одновременно для нескольких групп студентов (поточная лекция, например), то количество учебных часов для каждой группы должно учитываться пропорционально количеству студентов в этой группе.

Тогда количество ставок профессорско-преподавательского состава  $Q_k$  для кафедры  $k$ , учитывающее закрепление за ней разных образовательных программ, определяется как:

$$Q_k = \frac{\sum_i \sum_j H_{k,j}^i}{s_j^i}, \quad (6)$$

где  $H_{k,j}^i$  – количество часов, закрепленных за кафедрой  $k$ , для обучения по специальности  $j$  в форме  $i$  в соответствии с учебными планами и с учетом деления на группы и объединения в потоки. Суммирование в (6) осуществляется по всем специальностям и формам обучения соответственно.

Для перечисленных наборов величин  $H$  и  $Q$  справедливы следующие соотношения:

$$H_k = \sum_i \sum_j H_{k,j}^i, \quad H_j = \sum_k H_{k,j}^i, \quad Q = \sum_k Q_k. \quad (7)$$

Суммирование в (7) осуществляется по всем специальностям и формам обучения или кафедрам.

Средняя нагрузка на одного преподавателя по кафедре  $k$  в рамках описываемой методики может быть определена как:

$$q_k = \frac{H_k}{Q_k}. \quad (8)$$

Для анализа описанных методик мы провели расчет нагрузок по специальностям и формам обучения, распределения числа ставок профессорско-преподавательского состава и средних нагрузок кафедр на примере ГГТУ им. П. О. Сухого для 2021/2022 учебного года.

Исходными данными для расчета количества ставок профессорско-преподавательского состава кафедры  $k$  в заданном учебном году являются:

- количество обучающихся в каждой учебной группе, относящейся к соответствующей специальности и форме обучения;
- нормативные величины количества приходящихся на одного преподавателя студентов, обучающихся в дневной и заочной форме I и II ступени;
- распределение учебных часов, составленное в соответствии с учебными планами специальностей соответствующей ступени и формы обучения, с учетом закрепления учебных дисциплин за кафедрами университета, расписанием занятий и содержащее следующий набор полей: наименование учебной дисциплины, семестр, наименование учебной группы или групп для групповых (поточных) занятий (лекций), наименование кафедры, специальность, количество часов аудиторных (лекции, практические и лабораторные занятия, учебные практики) и неаудиторных (курсовая работа или проект, экзамены, зачеты, консультации, рецензирование, итоговая аттестация и др.) занятий.

На основании описанной методики был проведен расчет эффективности 24 реализуемых образовательных программ I ступени высшего образования, по которым в настоящее время ведется подготовка в ГГТУ им. П. О. Сухого. Аналогичный расчет можно было провести и для II ступени, но мы ограничились только I ступенью исключительно с целью упрощения анализа. Кроме того, следует отметить, что в настоящее время вклад образовательных программ I ступени в формирование штатного расписания кадров профессорско-преподавательского состава ГГТУ им. П. О. Сухого значительно превышает вклад II ступени. Результаты расчета приведены в табл. 1.

Таблица 1

## Нагрузки по специальностям и формам обучения

Название специальности	Форма обучения	Среднее число студентов в группе	Нагрузка, часы
Автоматизация технологических процессов и производств	Очная	19,8	842
Автоматизированные электроприводы	Очная	17	858
Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин	Очная	15,8	867
Информатика и технологии программирования	Очная	17,6	700
Информационные системы и технологии	Очная	17,3	767
	Заочная	13,2	1201
Информационные технологии и управление в технических системах	Очная	23	693
Конструирование и производство изделий из композиционных материалов	Очная	20	791
Маркетинг	Очная	17,3	722
	Заочная	7	2081
Машины и технология литейного производства	Очная	14	926
Машины и технология обработки материалов давлением	Очная	13,8	1041
Металлургическое производство и материалобработка	Очная	15,2	965
	Заочная	19,4	1166
Проектирование и производство сельскохозяйственной техники	Очная	15,8	817
	Заочная	11,8	1580
Производство изделий на основе трехмерных технологий	Очная	20	889
Промышленная теплоэнергетика	Очная	22,4	723
	Заочная	16,3	1294
Промышленная электроника	Очная	24	709
	Заочная	18,9	1129
Промышленные роботы и робототехнические комплексы	Очная	18,5	826
Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений	Очная	16,8	848
	Заочная	26,5	1192
Техническая эксплуатация энергооборудования организаций	Очная	19	800
	Заочная	15,6	1365
Технологическое оборудование машиностроительного производства	Очная	9	1253
Технология машиностроения	Очная	18,2	866
	Заочная	21	1308
Экономика и организация производства	Очная	11,3	1116
	Заочная	7	1640

Окончание табл. 1

Название специальности	Форма обучения	Среднее число студентов в группе	Нагрузка, часы
Экономика и управление на предприятии	Очная	11,8	1012
	Заочная	17,7	1117
Электроснабжение (по отраслям)	Очная	23	683
	Заочная	24	1201
Электроэнергетические системы и сети	Очная	24	680

Из приведенных в табл. 1 данных видно, что нагрузка на преподавателя по специальностям и формам обучения в смысле, определяемом выражением (5), варьируется в широких пределах: от 680 до 1253 ч в случае очной формы и от 1116 до 2081 ч в случае заочной формы. При этом нагрузка по одинаковым специальностям в очной форме всегда существенно ниже нагрузки в заочной форме. Усредненная по всем специальностям нагрузка на одного преподавателя по заочной форме обучения также превышает нагрузку по очной форме и составляет 1098 и 717 ч соответственно.

Нагрузка по специальности зависит от структуры учебного плана специальности, наполнения его количеством и видом аудиторных и неаудиторных занятий, а также от наполняемости учебных групп. Работа по унификации учебных планов с точки зрения их трудоемкости ведется как при разработке образовательных стандартов, так и на уровне университета в рамках компонента учреждения высшего образования.

В условиях неравномерности наполнения учебных групп разных специальностей именно количество студентов в группах во многом определяет степень дифференциации затратности образовательных программ. Частично эту проблему решает объединение групп одной или разных специальностей в потоки для проведения лекционных занятий.

На рис. 1 приведена построенная на основании данных табл. 1 зависимость нагрузки по специальности I ступени очной формы обучения от среднего числа студентов в группе с учетом, что некоторые лекционные занятия проводятся для нескольких групп. Среднее число студентов в группе рассчитывалось как отношение общего количества обучающихся по специальности к числу групп этой специальности независимо от курса обучения.

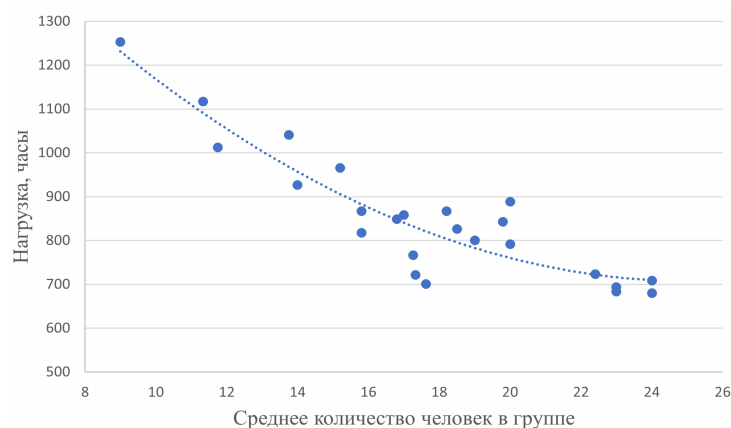


Рис. 1. Зависимость нагрузки на преподавателя по специальности очной формы обучения от среднего числа студентов в группе

Из приведенной на рис. 1 зависимости видно, что наполняемость учебных групп является одним из определяющих факторов относительной затратности образовательных программ, реализуемых кафедрами университета в очной форме обучения. Явно выраженной подобной зависимости для заочной формы обучения мы не выявили. На наш взгляд, это следствие того, что в общий объем учебной нагрузки вносит значительный вклад внеаудиторная нагрузка (консультации, курсовые работы и проекты, экзамены, зачеты, производственные практики, рецензирование, итоговая аттестация), объем которой рассчитывается пропорционально количеству обучающихся. Среднее соотношение часов аудиторной и неаудиторной нагрузки для очной формы обучения I ступени высшего образования составляет 33–34 %, а для заочной 75–77 %, соответственно.

В табл. 2 приведена средняя нагрузка кафедр на одного преподавателя, рассчитанная по методике, определяемой выражениями (5)–(8). В ней учитывается закрепление специальностей, перечисленных в табл. 1 за конкретными выпускающими кафедрами университета. Кафедры, напротив которых нет номеров специальностей, обеспечивают проведение небольшого количества дисциплин для относительно большого количества специальностей. Следует отметить, что некоторые выпускающие кафедры («Материаловедение в машиностроении», «Информатика», «Промышленная теплоэнергетика и экология», «Маркетинг и отраслевая экономика», «Сельскохозяйственные машины») обеспечивают также и проведение отдельных дисциплин для студентов более широкого круга специальностей.

При проведении расчета по формуле (6) не учитывались две кафедры, имеющие специфику распределения учебной нагрузки и осуществляющие проведение занятий для всех специальностей университета: «Белорусский и иностранный языки» и «Физическое воспитание и спорт». Средняя нагрузка на преподавателя, рассчитанная по формуле (3), составляла 887,1 ч.

Таблица 2

### Распределение нагрузка на преподавателя по кафедрам

Кафедра	Закрепленные специальности, №	Нагрузка, часы	Отклонение от средней	
			часы	%
Информатика	4	767,6	-119,54	16
Промышленная электроника	6, 15	790,7	-96,43	12
Информационные технологии	5	803,2	-84,00	10
Высшая математика	–	830,9	-56,21	7
Физика и электротехника	–	856,7	-30,40	4
Электроснабжение	23, 24	867,4	-19,73	2
Автоматизированные электроприводы	2	870,3	-16,86	2
Материаловедение в машиностроении	13	891,7	4,56	-1
Социально-гуманитарных и правовых дисциплин	–	896,4	9,29	-1
Механика	–	897,7	10,60	-1
Промышленная теплоэнергетика и экология	14, 18	909,2	22,05	-2
Маркетинг и отраслевая экономика	8	909,7	22,57	-2

Окончание табл. 2

Кафедра	Закрепленные специальности, №	Нагрузка, часы	Отклонение от средней	
			часы	%
Сельскохозяйственные машины	12	937,2	50,09	-5
Нефтегазозаготовка и гидропневмоавтоматика	3, 17	946,0	58,83	-6
Технология машиностроения	1, 20	985,0	97,80	-10
Металлургия и технология обработки материалов	9, 10, 11	1002,8	115,68	-11
Робототехнические системы	16,19	1015,6	128,44	-13
Экономика	21, 22	1045,2	158,05	-15

Видно, что размах колебания нагрузки на преподавателей кафедры составляет 30 %, а максимальное среднее отклонение от средней нагрузки, рассчитанной по формуле (3), составляет 15 %. Следует отметить, что не выпускающие кафедры находятся в середине списка и имеют наименьшее отклонение нагрузки от средней, что связано с тем, что они обеспечивают дисциплины для большого количества специальностей.

В настоящей работе описаны методики расчета распределения количества ставок профессорско-преподавательского состава между кафедрами университета с учетом образовательных программ, реализуемых ими. На основании анализа этих методик на примере ГГТУ им. П. О. Сухого можно утверждать, что относительная затратность реализации образовательных программ, оцениваемая по средней учебной нагрузке на преподавателя, может сильно варьироваться в зависимости от самой программы и формы обучения. Для образовательных программ I ступени очной формы обучения нагрузка по образовательной программе во многом определяется наполняемостью учебных групп. Средняя нагрузка на преподавателя конкретной кафедры зависит от принадлежности закрепленных за ней дисциплин к той или иной образовательной программе и форме обучения.

#### Л и т е р а т у р а

1. Численность обучающихся в учреждениях среднего специального и высшего образования на 10 000 человек населения. – Режим доступа: [https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/solialnaya-sfera/obrazovanie/graficheskii-material-grafiki-diagrammy\\_14/chislennost-obuchayuschih-sya-v-uchrezhdeniyah-srednego-spetsialnogo-i-vysshego-obrazovaniya-na-10-000-chelovek-naseleniya/](https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/solialnaya-sfera/obrazovanie/graficheskii-material-grafiki-diagrammy_14/chislennost-obuchayuschih-sya-v-uchrezhdeniyah-srednego-spetsialnogo-i-vysshego-obrazovaniya-na-10-000-chelovek-naseleniya/). – Дата доступа: 04.11.2021.
2. Об утверждении Положения об учреждении высшего образования : постановление министерства образования Респ. Беларусь, 1 авг. 2012 г., № 93. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21226498&p1=1>. – Дата доступа: 04.11.2021.

## АСПЕКТЫ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ОСНОВАМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ 1 КУРСА

О. А. Кравченко

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

В настоящей статье рассматриваются проблемы обучения основам программирования студентов 1 курса и предлагаются некоторые рекомендации по проведению лабораторных работ.