

УДК 378.147.227

УСЛОВИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ У СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Т. Н. КАНАШЕВИЧ¹⁾

¹⁾Белорусский национальный технический университет, пр. Независимости, 65, 220013, г. Минск, Беларусь

Рассматривается решение проблемы повышения качества подготовки специалистов с высшим техническим образованием за счет ориентации на формирование профессиональной компетентности. Предлагаются и обосновываются организационно-методические условия, стимулирующие эффективность учебной деятельности студентов при изучении физики и математики, которые обеспечивают важную информационно-интеллектуальную и практико-эмпирическую основу для успешного освоения будущими специалистами общетехнических дисциплин и дисциплин специализации, овладения профессиональной компетентностью. Представлен анализ результатов многолетней исследовательской работы с оценкой их статистической значимости.

Ключевые слова: учебная деятельность студента; эффективность; условия; профессиональная компетентность.

CONDITIONS FOR THE EFFECTIVENESS OF STUDYING PHYSICS AND MATHEMATICS IN THE FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCE IN TECHNICAL UNIVERSITY STUDENTS

T. N. KANASHEVICH^a

^aBelarusian National Technical University, 65 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220013, Belarus

The article deals with the problem of improving the quality of training of specialists with higher technical education by focusing on the formation of professional competence. Organisational and methodological conditions stimulating students' learning activities efficiency in studying physical and mathematical disciplines that provide important information-intellectual and practical-empirical basis for successful mastering by future specialists of general technical and specialisation disciplines, mastering professional competence are suggested and justified. An analysis of the results of the long-term research work with the assessment of their statistical significance is presented.

Keywords: student learning activities; effectiveness; conditions; professional competence.

Образец цитирования:

Канашевич ТН. Условия эффективности изучения физико-математических дисциплин при формировании профессиональной компетентности у студентов технического университета. *Университетский педагогический журнал*. 2021;1:22–30.

For citation:

Kanashevich TN. Conditions for the effectiveness of studying physics and mathematics in the formation of professional competence in technical university students. *University Pedagogical Journal*. 2021;1:22–30. Russian.

Автор:

Татьяна Николаевна Канашевич – кандидат педагогических наук, доцент; доцент кафедры профессионального обучения и педагогики инженерно-педагогического факультета, начальник отдела мониторинга качества образования Института интегрированных форм обучения и мониторинга образования.

Author:

Tatiana N. Kanashevich, PhD (pedagogy), docent; associate professor at the department of professional training and pedagogics, engineering-pedagogical faculty, and head of the department of education quality monitoring of the Institute of Integrated Forms of Education and Monitoring.
kanashevich77@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6346-406X>

Введение

В постиндустриальную эпоху появились новые приоритеты в требованиях к подготовке специалиста, для которого ключевыми становятся когнитивно-деятельностные ресурсы и личностно-творческий потенциал. При этом прогресс в области наукоемких производств, растущая динамика экономических и социальных преобразований актуализируют необходимость интенсификации обучения высококвалифицированных кадров, ускоренного освоения ими постоянно обновляющегося объема теоретических сведений, овладения сложными по структуре и содержанию интеллектуальными умениями. Такое положение, с одной стороны, стимулирует неизбежность гибкого и перманентного сочетания учебной и трудовой деятельности, а следовательно, предполагает высокую работоспособность и самостоятельность обучающихся, обусловленные учебно-профессиональной мотивацией, а с другой – вызывает необходимость совершенствования как учебного содержания, так и системы методического инструментария, используемого преподавателями учреждений высшего образования (УВО) в управлении образовательным процессом, для обеспечения его эффективности. Актуальность вопроса отмечают в своих работах А. Л. Андреев, Н. П. Дронишинец, О. Л. Жук, И. А. Зимняя, Л. И. Майсеня, А. В. Хуторской. Решению данных проблем в значительной степени способствует переориентация влияния об-

разовательной системы на интенсивное формирование профессиональной компетентности будущих специалистов, проявляющейся в соответствующей грамотности, способности к мотивированной и ответственной многокомпонентной творческой деятельности в рамках профессионального направления и конкретной специализации [1; 2].

Достижение компетентностно ориентированного образовательного результата базируется на освоении существенного объема сведений в рамках определенной профессии, особенностей организации труда и управления его эффективностью, специальных условий реализации в социально-экономической среде. Далее происходит овладение практическими методами и приемами, общепрофессиональными и узкоспециализированными умениями, а также развитие способностей научного обоснования существующих и разрабатываемых явлений и процессов. Таким образом, формирование профессиональной компетентности имеет несколько уровней (рис. 1):

- фундаментальный, обеспечивающий актуальную и потенциальную информационную, методологическую основу для осуществления профессиональной деятельности;
- базово-функциональный, создающий компетентностные условия для решения широкого спектра профессиональных задач;

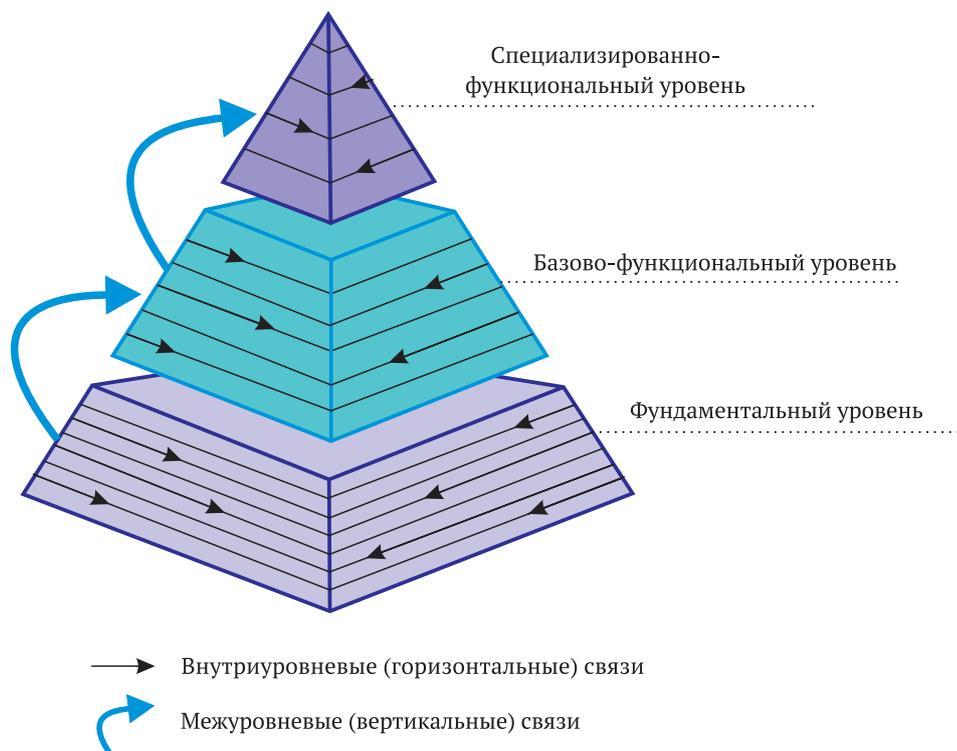


Рис. 1. Уровни формирования профессиональной компетентности студентов в УВО

Fig. 1. The levels of organising the formation of professional competence of students in an institution of higher education

- специализированно-функциональный, подготавливающий будущего специалиста к высококачественному творческому выполнению узкоспециализированных проектов [3].

Базис профессиональной инженерной компетентности специалиста в значительной степени составляет физико-математическая подготовка, обеспечивающая значимый развивающий потенциал. Получаемые при изучении комплекса соответствующих дисциплин знания, умения и опыт их применения, исследовательская активность, ответственность и аккуратность дают будущему специалисту мощный и незаменимый инструмент моделирования и обоснования реальных процессов посредством точных и надежных алгоритмов, логических схем. При изучении физико-математических дисциплин студенты овладевают навыками статистической обработки с учетом законов распределения случайных величин, оценки достоверности полученных данных, построения аппроксимируемых функций для проектирования реальных физических, экономических, производственных, технических и социально-экономических процессов. Наличие такого универсального инструментария в структуре деятельности будущего специалиста является чрезвычайно актуальным, поскольку позволяет выбирать оптимальные пути достижения цели в инновационном производственном процессе, уверенно ориентироваться в незнакомой ситуации, принимать эффективные инженерные решения на стратегическом и тактическом уровнях. Данные компетенции получают развитие как в рамках одного уровня формирования профессиональной компетентности при изучении ряда других дисциплин (обеспечивая содержательную всесторонность, широту и целостность подготовки специалиста, его способность к многогранному и вариативному использованию компетенций), так и в рамках зависимости между различными уровнями (рис. 1) посредством поступательного усиления концентрации уникального знания и опыта в общетехнических дисциплинах и дисциплинах специализации (придавая глубину профессиональной подготовке).

Изучение общих курсов физики и математики относится к фундаментальному уровню формирования профессиональной инженерной компетентности и занимает два-три первых семестра (по результатам анализа учебных планов подготовки инженерных кадров в области транспорта и транспортной деятельности, металлургического оборудования и технологий, приборостроения). Объем учебного времени на освоение данного учебного материала зависит от специальности и в среднем составляет не менее 25 % от общего количества аудиторных (лекционных, лабораторных, практических и семинарских) часов в указанный период.

Однако при этом средние показатели освоения студентами учебного материала не превышают 6 баллов по физике и 5 баллов по математике (по десятибалльной шкале), что вызывает трудности в изучении общетехнических и специальных дисциплин, а следовательно, и в формировании профессиональной компетентности. Это объясняется недостаточным развитием учебно-профессиональной мотивации студентов как феномена, обуславливающего учебную активность, стремление к познанию и последующую реализацию в выбранном профессиональном направлении. По результатам ряда многолетних исследований в Белорусском национальном техническом университете (БНТУ), в которых участвовали 1367 человек, сомнения в том, что выбор специальности соответствует призванию, выразили более 44 % студентов 1–2-го курсов. Существенное влияние на невысокий уровень баллов оказывает неготовность первокурсников к продуктивной учебной деятельности в изменившихся условиях организации образовательного процесса, который ориентирован в большей степени на самостоятельную работу и включает используемые преподавателями педагогические методики, формы и периодичность контроля учебных достижений [4; 5]. Отвечая на вопрос анкеты о трудностях обучения в УВО по сравнению с обучением в учреждении общего среднего образования, к наиболее существенным студенты отнесли усталость (и, как следствие, невозможность сосредоточиться, проблемы со здоровьем), недостаток самоконтроля, что в совокупности указывает на несформированность умений организовать собственную учебную деятельность, а также на наличие пробелов в реализации содержательной преемственности в системе школа – технический университет (рис. 2).

Анализ современных педагогических тенденций в подготовке высококвалифицированного специалиста, а также исследование теории и практики ее организации позволили определить контекст изучаемого процесса, характеризующийся следующими противоречиями:

- между объективной необходимостью интенсивного формирования профессиональной компетентности, наличием информационного потенциала, научно-практической и исследовательской базы для реализации компетентностно ориентированного образовательного процесса и недостаточной представленностью педагогически обоснованных способов и механизмов эффективного управления учебной деятельностью студентов в таких условиях;

- между целесообразностью стимулирования учебно-профессиональной мотивации, активности и самостоятельности обучающихся и слабой проработанностью учебно-методического инструментария,

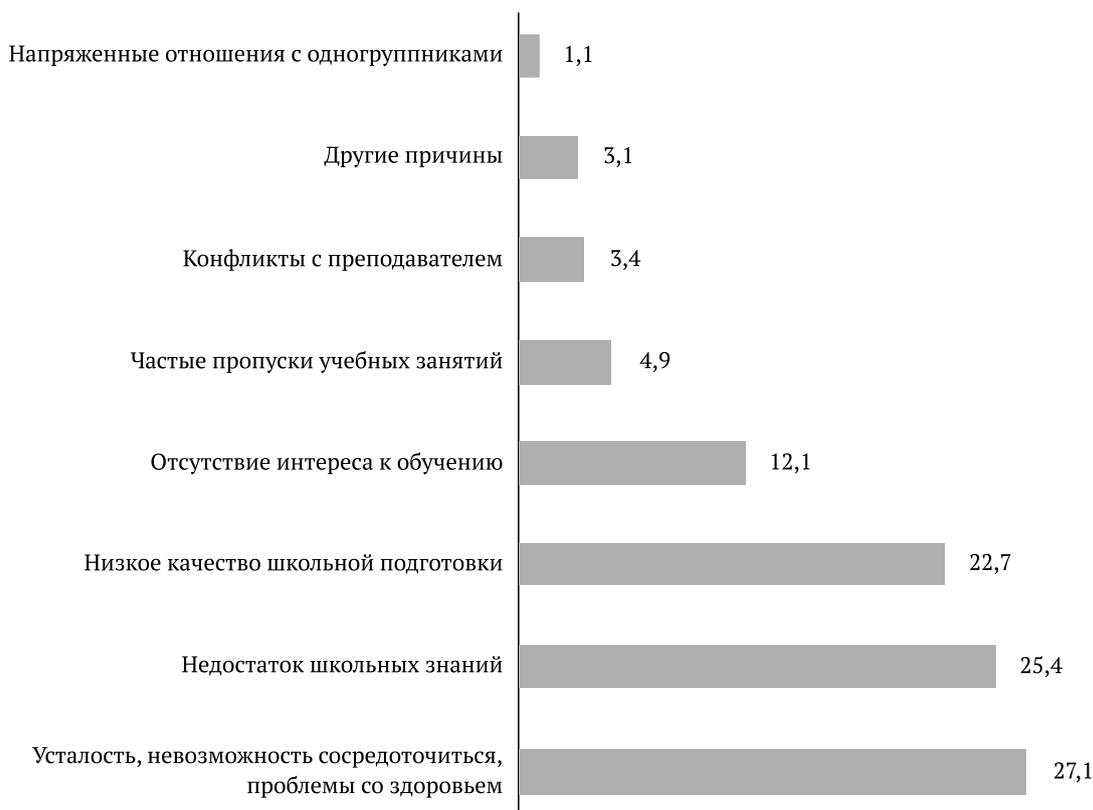


Рис. 2. Результаты анкетирования студентов 1-го курса о причинах снижения результативности учебной деятельности, %
Fig. 2. The results of the survey of 1st year students about the causes of the decline in learning performance, %

обеспечивающего возможности практической апробации изученных положений, законов, теорий как на учебных занятиях, так и вне их.

Разрешение выделенных противоречий актуализирует проблему выявления организационно-

методических условий для эффективной учебной деятельности студентов при изучении физико-математических дисциплин в компетентностно ориентированном образовательном процессе технического университета.

Материалы и методы исследования

Теоретической и методологической основой исследования выступили положения компетентностного подхода, психологические принципы образовательной деятельности, теории управления целостным образовательным процессом, развития личности, обучения и исследования процессов формирования содержания образования, отбора и структурирования учебного материала.

Анализ ряда современных исследований, посвященных особенностям учебной деятельности студентов (работы М. И. Дьяченко, И. И. Ильясова, А. Д. Ишкова, Е. В. Ключенко, Р. С. Немова, К. В. Орловой, Т. П. Пайсона, Е. А. Петуховой, А. П. Сманцера и др.), позволил установить действенные механизмы образовательного процесса, ориентированного на формирование профессиональной компетентности обучающихся.

Существенными характеристиками учебной деятельности студента выступают избирательность,

целенаправленность, сознательность и личностная ориентация. Избирательность как в отношении предмета, так и в отношении глубины его изучения обусловлена мотивом последующего освоения профессии, выбором жизненного пути. Целенаправленность выражается в наличии у обучающегося собственных целей, которые могут усиливаться с помощью педагогического воздействия или конкурировать с образовательными целями, определяемыми педагогом. Она связана с получением конкретного, лично значимого, реально востребованного и полезного результата (возможностью, умением, преимуществом). Сознательность проявляется в понимании обучающимся ценности учебной деятельности, способности самостоятельно ее организовывать, планировать, осуществлять и контролировать. Личностная ориентация связана с ролью деятельности в выбранной обучающимся траектории развития, поведения,

самореализации, в первую очередь в будущей профессии [6].

Таким образом, эффективное изучение студентами физико-математических дисциплин в компетентностно ориентированном образовательном процессе обеспечивают организационно-методические условия:

- раскрытие потенциала изучаемого содержания в практической и исследовательской деятельности;
- ориентация на интенсивное формирование профессиональных компетенций будущих инженеров, повышение их учебной активности;
- возможность теоретической и практической апробации изученных теоретических законов, теорий, моделей на примере реальных производственных процессов.

Внедрение выявленных условий в образовательный процесс предполагает следующую организацию преподавания рассматриваемых учебных дисциплин:

- у обучающихся формируются положительные мотивы к изучению физико-математических дисциплин посредством актуализации и демонстрации значимости такой подготовки для будущей профессиональной деятельности;
- физико-математическая подготовка проектируется на основе ознакомления с различными производственными ситуациями и их развитием в зависимости от существующих вариантов решения, расширяются возможности и способы применения изученного материала при выполнении конкретных практико-ориентированных заданий в специально созданных или вербально спроецированных условиях;
- процесс формирования компетенций дополняется и совершенствуется посредством развития специальных умений и накопления опыта практической деятельности на реальном производстве, его прототипе в условиях университетского комплекса, при решении производственных задач в виртуально смоделированных или вербально описанных ситуациях [7; 8].

Для полноценной и эффективной реализации данных условий в образовательном процессе в содержание учебно-методических средств по учебным дисциплинам целесообразно включить следующие компоненты:

- теоретическую информацию, которая подтверждает значимость изучаемого материала для будущей профессиональной деятельности;
- набор практико-ориентированных заданий, обеспечивающих расширение возможностей и способов применения изученного материала;
- серию разноуровневых, в том числе нестандартных, заданий для накопления опыта специфических профессиональных действий на практике

в условиях конкретного или смоделированного производства;

- комплект практико-ориентированных заданий для контроля сформированности соответствующих компетенций, определенных образовательным стандартом и учебным планом.

Для проверки эффективности предложенных организационно-методических условий в 2015–2019 гг. был проведен педагогический эксперимент, в котором приняли участие 4465 студентов 1–2-го курсов БНТУ. В рамках данного исследования разработаны учебно-методические пособия [9; 10], содержащие информацию о сфере и способах применения получаемых знаний, серии практико-ориентированных заданий, инструкции и примеры их выполнения, развернутые объяснения всех этапов и вариантов решения, а также нестандартные и творческие задания. На наш взгляд, основными критериями эффективности предлагаемых изменений выступают качество освоения студентами учебного содержания (учебные достижения оцениваются при выполнении практико-ориентированных заданий и сопоставляются с уровнями усвоения учебного материала) и их успеваемость (высчитывается процент положительных экзаменационных отметок при текущей аттестации на каждом из этапов эксперимента). Этапы исследования имеют взаимосвязанные цели и отражают общую логику педагогического эксперимента.

Осуществленный на подготовительном этапе (2015–2018) анализ учебно-методических материалов по физике и математике, а также особенностей организации и проведения аудиторных занятий по данным учебным дисциплинам у студентов 1-го курса, показателей текущей аттестации в период экзаменационных сессий позволил конкретизировать причинно-следственные связи, определяющие качество образовательного результата, научно обосновать и сформулировать организационно-методические условия эффективной учебной деятельности студента при изучении физико-математических дисциплин в компетентностно ориентированном образовательном процессе. Для апробации данных условий разработаны учебно-методические пособия по математике и физике для студентов специальностей 1-36 02 01 «Машины и технологии литейного производства», 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)».

Основные этапы эксперимента, в которых приняли участие 270 студентов 1-го курса, обучающихся по специальностям металлургического профиля, осуществлялись с 2017 по 2019 г.

Целью констатирующего этапа исследования выступило определение состава контрольных и экспериментальных групп для каждой из учебных дисциплин. Для этого было организовано наблюдение за тем, как студенты изучают общие курсы математики

и физики с использованием учебного содержания и методики преподавания без учета выявленных условий, а также проведены анализ и сопоставление результатов учебной деятельности студентов по таким показателям, как средний балл и процент положительных экзаменационных отметок при текущей аттестации.

На формирующем этапе эксперимента традиционное информационно ориентированное представление теоретического учебного материала для экспериментальной группы дополнялось характеристикой области его применения, наглядным представлением возможностей разрешения реальных производственных ситуаций с помощью полученных знаний. При изучении физики акцент ставился на формировании у студентов понимания значимости основных понятий для реализации процессов и технологии металлургического производства, обоснования возможности использования знаний об основных свойствах фаз и закономерностях перехода между ними для прогнозирования состава сплавов и твердых растворов, а также решения реальных проблемных производственных ситуаций в металлургии на основе усвоенной информации [7]. На занятиях по математике студентам разъяснялось, что с математической точки зрения значительное количество научных, научно-практических и производственных задач в металлургии (распростра-

нение тепла, изменение концентрации, протекание тока, распространение электромагнитных и акустических полей) описываются в виде уравнений в частных производных (уравнений математической физики) [8].

Обучение строилось с использованием исследовательских, проблемных и интерактивных методов, учебная деятельность студентов дополнялась индивидуальной работой и работой в подвижных группах.

Изучение данных дисциплин студентами контрольных групп было организовано без использования предлагаемых изменений.

На контрольном этапе эксперимента по результатам текущей аттестации в рамках экзаменационной сессии осуществлены обработка, комплексный анализ и систематизация полученных данных, подведены итоги экспериментальной работы.

В ходе исследования были применены следующие методы: теоретико-педагогического анализа (системный, логический, сопоставительный методы, метод обобщения опыта), опросно-диагностические (метод анкетирования, беседы), observational (метод прямого, включенного, косвенного наблюдения), праксиметрические (метод анализа деятельности студентов и преподавателей), количественной и качественной обработки данных.

Результаты и их обсуждение

На подготовительном этапе эксперимента было установлено, что результативность изучения студентами БНТУ физико-математических дисциплин имеет невысокие показатели и слабую динамику (табл. 1), что влечет трудности в освоении материала по таким дисциплинам, как «Прикладная механи-

ка», «Механика материалов», «Теория механизмов и машин», «Метрология, стандартизация и оценка соответствия», «Электроника и схемотехника аналоговых и цифровых устройств», «Физические основы измерений», «Математическое моделирование элементов микро- и наноэлектроники» и др.

Таблица 1

Результаты учебной деятельности студентов при проведении текущей аттестации в течение первого года обучения в техническом университете

Table 1

Results of students' learning activities during the current certification during the first year of study at the technical university

Учебная дисциплина	Курс	Средние показатели освоения учебного материала (средний балл)	Успеваемость (количество студентов, освоивших учебный материал на 4–10 баллов, %)
Математика	1-й	4,82	74,1
Физика		4,36	71,8
Математика	2-й	4,49	72
Физика		4,38	73,4

Примечание. Статистически значимые различия между контрольной и экспериментальной группами в оценке образовательных результатов как по физике ($t_{эмп} \approx 0,95$; $t_{кр} (0,05; 120) \approx 1,97$), так и по математике ($t_{эмп} \approx 1,07$; $t_{кр} (0,05; 120) \approx 1,97$) на констатирующем этапе отсутствуют.

По итогам проведенной нами экспериментальной работы было выявлено, что при наличии предложенных организационно-методических условий показатели учебных достижений студентов экспериментальной группы при изучении физики выше, чем в предыдущем семестре, в 63,4 % случаев, по математике – в 47,3 % случаев. Также отмечено и повышение среднего балла у студентов экспериментальной группы как по математике (на 0,8 балла), так и по физике (на 1,5 балла) в сравнении с показателями в предыдущую экзаменационную сессию. При текущей аттестации на контрольном этапе достигли успеха (диапазон экзаменационных отметок – от 4 до 10 баллов) более 89 % студентов из состава экспериментальной группы, тогда как успеваемость обучающихся контрольной группы составила менее 77 %.

Наиболее высокая результативность предлагаемых к внедрению организационно-методических условий при изучении физики объясняется тем, что физические модели, отражающие законы изучаемой дисциплины, являются более натурными и имеют наглядное отражение в производственных процессах будущей профессиональной деятельно-

сти, в отличие от абстрактных математических моделей.

Интерес также представляет и распределение показателей достижений обучающихся по уровням освоения учебного материала по физике и математике. Результаты текущей аттестации на контрольном этапе (табл. 2) свидетельствуют о том, что наиболее существенные положительно характеризующиеся различия у студентов контрольной и экспериментальной групп отмечаются относительно низкого и достаточного уровней и составляют от 13 до 20 %. В эту категорию попали те студенты, которые в силу недостаточной сформированности общеучебных умений, неспособности планировать свою работу и распределять нагрузку без постоянного внешнего контроля, усугубляемых слабой целеустремленностью к освоению учебного материала, при первой аттестации получили более низкие отметки, чем соответствующие их возможностям. Достаточно же мотивированные студенты, организовавшие собственную учебную деятельность с первого семестра, в большинстве случаев сохранили и укрепили позиции и в предложенных нами организационно-методических условиях.

Таблица 2

Качественные показатели овладения учебным материалом студентами контрольной и экспериментальной групп на контрольном этапе эксперимента

Table 2

Qualitative indicators of mastery of learning material by students in the control and experimental groups at the control stage of the experiment

Учебная дисциплина	Группа	Уровень подготовки студентов, %				Успеваемость, %	Средний балл
		Низкий (1–3 балла)	Средний (4–6 баллов)	Достаточный (7–8 баллов)	Высокий (9–10 баллов)		
Математика	Экспериментальная	10,4	59,53	28,76	1,31	89,6	5,76
	Контрольная	24,4	61,22	15,38	0	76,6	4,99
	Различия показателей	-14	-1,69	13,38	1,31	13	0,77
Физика	Экспериментальная	8,8	63,75	26,8	0,65	91,2	5,74
	Контрольная	23,2	66,54	6,84	3,42	76,8	4,2
	Различия показателей	-14,4	-2,79	19,96	-2,77	14,4	1,54

Примечание. Статистическая оценка различий между показателями контрольной и экспериментальной групп по результатам контрольного этапа (при использовании *t*-критерия Стьюдента для неравных дисперсий, функционала анализа данных *Microsoft Excel* и *Z-test*) свидетельствует об их значимости и достоверности на уровне $\alpha < 0,05$ для обеих учебных дисциплин: по критерию освоения учебного материала $t_{\text{эмп}} \approx 3,61$ (математика), $t_{\text{эмп}} \approx 6,46$ ($t_{\text{кр}}(0,05; 120) \approx 1,97$, $t_{\text{кр}}(0,01; 200) \approx 2,60$ (физика); по критерию успеваемости $\Delta = 13\%$ (математика), $\Delta = 14,4\%$ ($n_{\text{к}} = 117$, $n_{\text{э}} = 153$; $\alpha < 0,05$) (физика)¹.

¹Калькулятор значимых различий (*Z-test*) [Электронный ресурс]. URL: https://radar-research.ru/software/z-test_calculator/ (дата обращения: 10.03.2021).

Таким образом, рост эффективности учебной деятельности при внедрении предложенных организационно-методических условий подтвержден эмпирически, поскольку при равных временных

затратах студентам экспериментальной группы удалось достичь более высоких показателей в изучении математики и физики по сравнению со студентами контрольной группы.

Заключение

Полученные в результате экспериментальной работы данные позволяют сделать вывод о ответственности предлагаемых организационно-методических условий для стимулирования эффективности учебной деятельности студентов при изучении общих курсов физики и математики в техническом университете. Их применение позволяет повысить качество физико-математической подготовки студентов как важной составляющей профессиональной (инженерной) компетентности будущего специалиста за счет следующих условий:

- продуктивного использования современного информационного потенциала, научно-практи-

ческой и исследовательской базы для реализации компетентно ориентированного образовательного процесса;

- создания актуального учебно-методического инструментария, предоставляющего возможности теоретической и практической апробации изученных сведений и освоенных умений, накопления опыта интеллектуальных и практических операций в профессиональной области;

- стимулирования учебно-профессиональной мотивации и учебной активности студентов.

Результаты исследования подтверждают целесообразность внедрения данных условий в образовательную практику технического УВО.

Библиографические ссылки

1. Зимняя ИА. Ключевые компетенции – новая парадигма результатов образования. *Эксперимент и инновации в школе* [Интернет]. 2009 [протитировано 10 февраля 2021 г.];2:7–14. Доступно по: <https://cyberleninka.ru/article/n/klyuchevye-kompetentsii-novaya-paradigma-rezultata-obrazovaniya>.

2. Хуторской АВ. Ключевые компетенции как компонент личностно ориентированного образования. *Народное образование*. 2003;2:58–64.

3. Канашевич ТН. Инженерная компетентность как образовательный результат подготовки специалиста в техническом университете. *Высшая школа*. 2020;4:56–61.

4. Воронова НП, Канашевич ТН, Шумская МО. Стимулирование эффективной учебной деятельности студентов I–II курсов как одно из условий повышения качества высшего образования. *Адукацыя і выхаванне* [Интернет]. 2015 [протитировано 10 февраля 2021 г.];5:18–25. Доступно по: <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/23228/%D0%A1.%201825.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

5. Воронова НП, Канашевич ТН, Шумская МО. Пути повышения успеваемости студентов при изучении дисциплин математического цикла в техническом университете. *Педагогическая наука и образование* [Интернет]. 2016 [протитировано 10 февраля 2021 г.];4(17):11–18. Доступно по: <https://www.adu.by/images/2017/02/ped-nauka-i-obrazov-4-2016.pdf>.

6. Канашевич ТН, Пальчик ГВ, Шведко НВ, Шумская МО. *Управление эффективностью учебной деятельности студентов*. Минск: БНТУ; 2019. 228 с.

7. Князев МА, Сатиков ИА, Канашевич ТН, Шумская МО. Оценка эффективности включения мотивационно-прикладного компонента в методическую систему преподавателя физики в учреждении высшего технического образования. *Высшая школа* [Интернет]. 2018 [протитировано 10 февраля 2021 г.];3:49–54. Доступно по: https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/211856/1/Князев%20и%20др_ВШ_3-2018-049-05.pdf.

8. Князев МА, Канашевич ТН, Кондратьева НА, Шумская МО. Мотивационно-прикладной компонент в структуре методической системы преподавания математики на уровне высшего технического образования. *Высшая школа* [Интернет]. 2019 [протитировано 10 февраля 2021 г.];5:22–27. Доступно по: https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/239300/1/Князев%20и%20др_ВШ_5_2019-022-027.pdf.

9. Канашевич ТН, Князев МА, Сатиков ИА, Шумская МО. *Физика. Фазовые переходы в сплавах и растворах*. Минск: БНТУ; 2019. 40 с.

10. Князев МА, Канашевич ТН, Кондратьева НА, Шумская МО. *Математика. Дифференциальные операторы теории поля*. Минск: БНТУ; 2019. 39 с.

References

1. Zimnyaya IA. [Key competencies – a new paradigm of educational result]. *Eksperiment i innovatsii v shkole* [Internet]. 2009 [cited 2021 February 10];2:7–14. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/klyuchevye-kompetentsii-novaya-paradigma-rezultata-obrazovaniya>. Russian.

2. Khutorskoi AV. [Key competencies as a component of student-centered education]. *Narodnoe obrazovanie*. 2003;2:58–64. Russian.

3. Kanashovich TN. [Engineering competence as an educational result of specialist training at a technical university]. *Vyshhejshaja shkola*. 2020;4:56–61. Russian.

4. Voronova NP, Kanashevich TN, Shumskaya MO. [Stimulation of effective educational activity of 1st–2nd year students as one of the conditions for improving the quality of higher education]. *Adukacyja i vyhavanne* [Internet]. 2015 [cited 2021 February 10];5:18–25. Available from: <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/23228/%D0%A1.%201825.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Russian.

5. Voronova NP, Kanashevich TN, Shumskaya MO. [Ways to improve student performance in the study of disciplines of the mathematical cycle at a technical university]. *Pedagogicheskaya nauka i obrazovanie* [Internet]. 2016 [cited 2021 February 10];4(17):11–18. Available from: <https://www.adu.by/images/2017/02/ped-nauka-i-obrazov-4-2016.pdf>. Russian.

6. Kanashevich TN, Pal'chik GV, Shvedko NV, Shumskaya MO. *Upravlenie effektivnost'yu uchebnoi deyatel'nosti studentov* [Management of the effectiveness of educational activities of students]. Minsk: Belarusian State Technical University; 2019. 228 с. Russian.

7. Knyazev MA, Satikov IA, Kanashevich TN, Shumskaya MO. [Evaluation of the effectiveness of the inclusion of a motivational-applied component in the methodological system of a physics teacher in an institution of higher technical education]. *Vyshhejschaja shkola* [Internet]. 2018 [cited 2021 February 10];3:49–54. Available from: https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/211856/1/Князев%20и%20др_ВШ_3-2018-049-054.pdf. Russian.

8. Knyazev MA, Kanashevich TN, Kondrat'eva NA, Shumskaya MO. [Motivational and applied component in the structure of the methodological system of teaching mathematics at the level of higher technical education]. *Vyshhejschaja shkola* [Internet]. 2019 [cited 2021 February 10];5:22–27. Available from: https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/239300/1/Князев%20и%20др_ВШ_5_2019-022-027.pdf. Russian.

9. Kanashevich TN, Knyazev MA, Satikov IA, Shumskaya MO. *Fizika. Fazovye perekhody v splavakh i rastvorakh* [Physics. Phase transitions in alloys and solutions]. Minsk: Belarusian State Technical University; 2019. 40 p. Russian.

10. Knyazev MA, Kanashevich TN, Kondrat'eva NA, Shumskaya MO. *Matematika. Differentsial'nye operatory teorii polya* [Mathematics. Differential operators of field theory]. Minsk: Belarusian State Technical University; 2019. 39 p. Russian.

Статья поступила в редколлегию 26.03.2021.
Received by editorial board 26.03.2021.