ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПСИХОЛОГИЯ

Check for updates

Научная статья

УДК 159.9:37.018

https://doi.org/10.23947/2658-7165-2024-7-1-28-37

Вовлечение студентов инженерных специальностей в лабораторную работу посредством метода эксперимента для повышения успеваемости

Людмила П. Арефьева, Валентина В. Дука

Донской государственный технический университет, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

Ludmilochka529@mail.ru

Аннотация

Введение. Актуальность исследования обозначенной темы заключается в недостаточном изучении влияния средств и методик, применяемых на лабораторных занятиях, на успеваемость студентов инженерных направлений. Проблема повышения успеваемости тесно связана с мотивацией обучения и вовлеченностью студентов в работу на занятиях. Дисциплина «Материаловедение» является базовой для большинства инженерных направлений и позволяет внедрить метод эксперимента в лабораторные занятия для повышения вовлеченности и, как следствие, успеваемости студентов рассматриваемых специальностей.

Цель. Изучение взаимосвязи вовлечения студентов в экспериментальную работу на занятиях с уровнем освоения учебной программы.

Материалы и методы. В качестве методического инструментария использовались авторские задания в тестовой форме для оценки уровня усвоения изученного материала. Для обработки полученных данных и определения уровня успеваемости использовались методы математической статистки.

Результаты исследования. Выборку составили 66 обучающихся пяти инженерных направлений подготовки Донского государственного технического университета. Установлено, что использование демонстрационного эксперимента, выполняемого преподавателем с пояснениями и использованием наглядных пособий, на лабораторном практикуме практически не влияет на результат освоения темы. В то же время, вовлечение студентов в проведение этапов лабораторной работы приводит к статистически значимому повышению уровня освоения темы и успеваемости в целом.

Обсуждение результатов. Разработанная методика выполнения лабораторных работ по дисциплине «Материаловедение» обеспечивает вовлечение студентов в учебный процесс и объединяет практико-ориентированный подход с работой в малых группах. Студент осознает значимость своих действий для достижения высокого качества общего результата эксперимента, что приводит к улучшению показателей успеваемости и поддерживает внутреннюю мотивацию к изучению дисциплины. Студенты имели возможность творчески подойти к выполнению поставленной задачи и получали некоторую самостоятельность при проведении эксперимента. Установлено, что при проведении лабораторных работ комбинация педагогического и андрагогического подходов приводит к лучшим результатам, чем педагогический подход.

Ключевые слова: освоение практических навыков, вовлеченность в учебный процесс, уровень успеваемости, методика проведения занятий, лабораторный практикум

Для цитирования. Арефьева, Л. П. и Дука, В. В. (2023). Вовлечение студентов инженерных специальностей в лабораторную работу посредством метода эксперимента для повышения успеваемости. *Инновационная наука: психология, педагогика, дефектология, 7*(1), 28–37. https://doi.org/10.23947/2658-7165-2024-7-1-28-37

© Арефьева Л. П., Дука В. В., 2024

Original article

Involving the Engineering Students in Laboratory Work Through the Method of Experiment to Improve Academic Performance

Lyudmila P. Arefyeva, Valentina V. Duca

Don State Technical University, 1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, Russian Federation

Ludmilochka529@mail.ru

Abstract

Introduction. The relevance of the study of the indicated topic lies in the insufficient study of the influence of means and methods used in laboratory classes on the performance of engineering students. The problem of improving academic performance is closely related to the motivation of learning and students' involvement in the work in the classroom. The discipline "Materials Science" is a basic discipline for the majority of engineering disciplines and allows to introduce the method of experimentation into laboratory classes to increase the involvement and, as a consequence, the performance of students of the specialities under consideration.

Objective. Studying the relationship between student involvement in experimental work during classes and the level of mastering the educational program.

Materials and methods. The author's tasks in test form were used as methodological tools to assess the level of mastering the studied material. The methods of mathematical statistics were used to process the obtained data and to determine the level of learning achievement.

Results. The sample consisted of 66 students from five engineering majors at Don State Technical. It has been found that the use of a demonstration experiment conducted by the teacher with explanations and visual aids during the laboratory practice has virtually no impact on the mastery of the topic. However, involving students in the stages of laboratory work leads to a statistically significant improvement in the level of mastering the subject and overall academic performance.

Discussion. The developed methodology of laboratory works in the discipline "Materials Science" provides students' involvement in the learning process and combines the practice-oriented approach with small group work. The student realizes the significance of their actions for achieving high quality of the overall result of the experiment, which leads to improved performance and supports intrinsic motivation to study the discipline. Students had the opportunity to be creative in performing the task and were given some autonomy in carrying out the experiment. It was found that when conducting laboratory works, the combination of pedagogical and andragogical approaches leads to better results than the pedagogical approach.

Keywords: mastering of practical skills, involvement in the learning process, level of academic performance, methodology of classes, laboratory workshop

For citation. Arefieva, L. P., & Duca, V. V. (2023). Involving the Engineering Students in Laboratory Work Through the Method of Experiment to Improve Academic Performance. *Innovative science: psychology, pedagogy, defectology, 7*(1), 28–37. https://doi.org/10.23947/2658-7165-2024-7-1-28-37

Введение

В настоящее время внутренняя мотивация учения так же, как осознание правильности сделанного выбора будущей профессии, у относительно большого количества студентов по всему миру развиты недостаточно (Смирнов, Давыдов, Бондарик и др., 2016; Korhonen, Mattsson, Inkinen et al., 2019). Данная проблема особенно остро проявляется у студентов инженерных направлений при изучении дисциплин, формирующих общепрофессиональные и некоторые профессиональные компетенции. Среди причин данного явления Смирнов выделил основные: непонимание будущих обязанностей, слабое понимание востребованности компетенций, небольшое количество практики, отсутствие интереса к учебе (Смирнов, Давыдов, Бондарик и др., 2016). Все это оказывает влияние на вовлеченность студентов в учебный процесс и их успеваемость.

В ряду дисциплин, изучаемых в рамках подготовки инженеров разной направленности, материаловедение является одной из самых значимых областей естествознания. Материаловедение – это комплекс наук о материалах, включающий изучение, модификацию и использование физических, химических, технологических и эксплуатационных свойств материалов. Дисциплина «Материаловедение» является обязательной к изучению в техническом университете для рассматриваемых специальностей. Компетенции, сформированные в результате ее изучения, в дальнейшем позволяют правильно выбирать необходимые для производственного процесса материалы и режимы их обработки, разрабатывать и совершенствовать технологии получения и модификации материалов с заданными свойствами, определять качество получаемой продукции, причины отказов деталей, выявлять и устранять брак, проводить входной контроль закупаемого сырья в профессиональной деятельности инженера.

Материаловедение базируется на знаниях, умениях и навыках, получаемых студентами при изучении физики и химии. Однако, в университете химия и физика изучаются в течение одного-двух семестров первого или

второго курсов как общеобразовательный предмет. Как правило, вследствие недостаточности школьных знаний, обширности материала, адаптационного периода и слабой мотивации учения, студенты имеют невысокие результаты обучения. Все это формирует восприятие студентами «Материаловедения» как очень сложной дисциплины, которая мало связана с предыдущими и последующими дисциплинами, а также с дальнейшей профессиональной деятельностью.

Если связь материаловедения с другими дисциплинами учебного плана, необходимость ее изучения для профессиональной подготовки и даже применение полученных знаний при решении обычных бытовых вопросов можно достаточно полно показать на вводной лекции, то повысить мотивацию обучения и познавательный интерес в рамках лабораторного курса можно разными методами. Например, успешными средствами повышения мотивации к учению являются демонстрация профориентированных видеофильмов (Васюков, 2022), геймификация или игровые технологии (Абдыкеров, Замятина и Мозгалева, 2017), использование рубрик для оценивания достижений (Бармута, 2023а) и информационных технологий (Игнатченко и Кукуляр, 2023), создание многоуровневых лабораторных комплексов, ориентированных на особенности будущей профессиональной деятельности студентов (Бирюкова, 2019). Применение технологий дополненной реальности, как показали исследования на примере курсов химии (Silva, Bermúdez & Caro, 2023) и биологии (Erbas & Demirer, 2019), положительно влияет на академическую успеваемость студентов и мотивацию. Но, к сожалению, нами не было найдено исследований и разработок, свидетельствующих о применении данной технологии в курсе материаловедения.

Одним из наиболее эффективных методов повышения мотивации к освоению естественнонаучных дисциплин и, таким образом, успеваемости является демонстрационный эксперимент (Голубева, 2011). Однако не все темы дисциплины «Материаловедение» позволяют сделать демонстрационный опыт эффектным и требующим небольшого времени на демонстрацию. Такой опыт описывается в работе Голубевой (2011) на примере химического эксперимента по разделу «Качественный анализ», в ходе которого реакция сопровождается образованием кроваво-красного окрашивания. Безусловно, в курсе «Материаловедение» есть лабораторные опыты с эффектными атрибутами, например, с применением электропечей, шлифовально-полировальных станков, но они рассчитаны как минимум на 45–60 минут.

С другой стороны, сравнение и анализ этапов проведения и результатов экспериментов, проводимых обучающимися и инженерами, показывают большое сходство (Половникова, 2020). В то же время связь вовлеченности в учебную деятельность в целом с учебной мотивацией с одной стороны и успеваемостью с другой, уже обнаружено (Семенова, 2016; Гордеева и Сычев, 2017). Также доказано взаимовлияние вовлеченности и творческого подхода, выражающегося в способности рассматривать разные решения проблемы, допускать неоднозначность решения и т. д., с высоким уровнем самоэффективности студентов, необходимой при столкновении с текущими академическими трудностями и будущими профессиональными вызовами (Tang & Werner, 2017; Stolz, Blackmon, Engerman et al., 2022).

На основе проведенного анализа мы выдвинули гипотезу о том, что вовлечение студентов в выполнение эксперимента при проведении лабораторной работы приводит к повышению уровня успеваемости в освоении блока тем дисциплины.

Целью исследования является изучение взаимосвязи вовлечения студентов в экспериментальную работу на занятиях с уровнем освоения учебной программы, в том числе нескольких тем одного тематического блока, идущих последовательно.

Материалы и методы

Для достижения поставленной цели и проверки гипотезы были проведены эмпирические исследования, в ходе которых применялись авторские задания в тестовой форме для диагностики уровня усвоения изученного материала.

Для математической обработки данных были использованы следующие методы:

– методы математической статистки для определения уровня успеваемости;

– количественный метод, заключающийся в подсчете баллов, показывающих степень соответствия работы студента уровню освоения индикатора компетенции, описанному в оценочных материалах дисциплины.

Математическая обработка данных включала стандартные методы математической статистики – определение среднего арифметического значения и стандартной ошибки. В ходе математической обработки применялись параметрические методы. Сравнение средних значений проводилось по *t*-критерию Стьюдента для независимых и зависимых выборок. Сравнение дисперсий для независимых выборок – по *F*-критерию Фишера. А также осуществлялся корреляционный анализ с помощью коэффициента корреляции Пирсона.

Количество баллов, присваиваемых за выполнение лабораторной работы и ее защиту, определялось по формуле:

$$C_l = \sum_{i=1}^{n} \left(g_i \cdot C_i \right),$$

где g_i – весовой коэффициент *i*-го компонента оценки, C_i – оценка *i*-го компонента в баллах, *n* – количество компонентов.

Обсуждаемая ниже методика проведения лабораторного занятия разрабатывалась и поэтапно внедрялась в учебный процесс в течение пяти лет, начиная с 2018/2019 учебного года, исключая период пандемии и самоизоляции. Необходимость разработки новой методики проведения лабораторных работ была вызвана, в том числе, малочисленностью групп либо делением групп на подгруппы, что не позволяет использовать разбиение студентов на малые группы или звенья для проведения экспериментов, как это описывается в работе Буглак (2015). Апробация разработанной методики проходила в 2022/2023 учебном году в осеннем и весеннем семестрах. Для проведения исследования были выбраны пять групп студентов пяти направлений подготовки, относящихся к разным факультетам: «машиностроение» (13 человек), «технология художественной обработки материалов» (12 человек), «агроинженерия» (11 человек), «приборостроение» (9 человек) и «биотехнические системы и технологии» (21 человек). Всего выборка составила 66 человек, регулярно посещавших занятия. Испытуемые составляли две выборки по 33 человека. Студенты, пропускавшие занятия и «отработавшие» пропуск, не принимались в расчет в статистических данных, так как не участвовали в непосредственном выполнении лабораторной работы в соответствии с календарным учебно-тематическом планом. То есть нарушалась последовательность изучения материала.

Методика проведения лабораторной работы. В учебных планах дисциплины «Материаловедение» аудиторные часы поделены между лекциями и лабораторными занятиями (редко – практическими). В рамках лабораторного практикума для большинства направлений подготовки в рабочих программах дисциплины есть лабораторные работы по термической обработке сталей и цветных металлов.

План-конспект занятий по трем лабораторным работам, проводящимся по традиционной и по апробируемой методикам, приведен в таблице 1. Этапы проведения эксперимента и теоретический материал изложены в соответствующем учебном пособии. Лабораторные работы расположены в рабочей программе дисциплины последовательно по мере усложнения изучаемого материала: «закалка и отпуск углеродистой стали», «закалка и отпуск легированной стали», «термическая обработка дуралюмина». Следует отметить, что наличие заготовки отчета по лабораторной работе с кратким описанием теории и технологии является обязательным условием успешного выполнения всех этапов работы. Некоторые пункты и этапы приведенного плана более подробно раскрываются далее.

Таблица 1

Обобщенный план-конспект занятия по группе лабораторных работ по теме «Термическая обработка металлов и сплавов»

Этап занятия	Содержание деятельности	
	Традиционная методика	Апробируемая методика
Организационная часть	Приветствие. Озвучивание темы и плана занятия	
Первичная проверка знаний	Озвучивание задания: 1. Пройти входное тестирование по изучаемой теме. 2. Выполнение студентами заданий	
Теоретический компонент	Краткий теоретический материал, сопровождаемый презентацией и наглядными пособиями (диаграммы состояния, схемы расстановки образцов в электропечи с поправочными коэффициентами), с обязательным акцентированием значимости изучаемой темы для будущей профессии и применимости в разных отраслях реального сектора экономики.	
Проблемный компонент	1. Студенты задают вопросы, возникшие при подготовке к занятию и прослушивании материала. 2. Преподаватель отвечает на вопросы.	
	3. Преподаватель ставит практические задачи эксперимента с указанием конкретной марки исследуемого материала, видов термообработки и ее режима.	3. Преподаватель ставит задачи эксперимента, задавая общие параметры материала (например, класс стали) и его конечные характеристики (структура, твердость). 4. В ходе дискуссии определяются основные параметры термообработки выбранного из коллекции материала, метод измерения твердости.

Продолжение таблицы 1

Этап занятия	Содержание деятельности	
	Традиционная методика	Апробируемая методика
Практический обучающий компонент	Преподаватель демонстрирует процесс проведения термообработки, включая шлифование образцов и измерение их твердости.	Студенты под руководством преподавателя проводят процесс термообработки в соответствие с этапами.
	Результатом проведения эксперимента будут измеренные значения твердости образца и определение его структуры по референсным значениям. Результаты представляются в табличном виде. Далее студенты самостоятельно строят графические зависимости твердости от условий проведения термообработки, формулируют выводы по главным задачам работы.	
Корректирующий компонент	Объясняются недочеты и ошибки результатов эксперимента, возникшие на разных этапах его проведения.	Обсуждаются недочеты и ошибки результатов эксперимента, возникшие на разных этапах его проведения, и способы их устранения
Практический репродуктивный компонент	Студентам предлагается кратко устно описать режим термообработки другой марки материала для получения заданных физических и эксплуатационных характеристик.	
Тематический контроль и обсуждение занятия	Осуществляется поверка и оценивание отчетов по лабораторной работе (критерии оценки отчета приведены ниже).	
Домашнее задание	Преподаватель задает домашнее задание: 1. Более подробно изучить тему по источникам 2. Выполнить итоговое тестирование (см. результаты в следующем подразделе).	
Завершающий этап	1. Преподаватель озвучивает оценки, которые получили бы студенты, если бы оценивание проводилось прямо сейчас 2. Проводится организационная установка – время и место индивидуальных консультаций, сроки проверки результатов итогового тестирования по теме 3. Прощание.	

Этап первичной проверки знаний включает пункты прохождения входного тестирования по теме занятия. В тестовое задание входит 10 вопросов – 5 закрытого типа на выбор одного правильно ответа и 5 открытого типа. Правильный ответ оценивается в 1 балл, неправильный – в 0 баллов. Таким образом, максимально студент может набрать десять баллов. Входной контроль необходим для выявления качества самоподготовки студентов к предстоящей лабораторной работе и дает возможность корректировать подачу материала преподавателем.

Защита лабораторной работы, как итоговый контроль усвоения темы, проводится также в тестовой форме в автоматизированной системе. Тестовое задание включает 30 вопросов закрытого и открытого типа, имеющих три уровня сложности и оцениваемых по 1 баллу. На выполнение тестового задания отведено 45 минут, попытка прохождения теста дается только одна. Максимально возможно набрать 100 баллов. Выполнение тестирования происходит во время контрольной точки в аудитории в присутствие преподавателя. Не допускается использования литературы и сети Интернет. Баллы, полученные в ходе тестирования, учитываются при оценивании студента по приведенной выше формуле.

В группах выборки 1 на занятиях проводились демонстрационные эксперименты по термообработке углеродистых и легированных сталей и дюралюмина. Преподаватель объяснял выбор материалов и технологического режима их обработки, в том числе выбор температур термообработки, времени выдержки и охлаждающих сред, что является традиционным подходом к обучению. Также, в соответствии с этапами лабораторной работы, преподаватель проводил загрузку образцов в печи, охлаждение в средах, шлифование образцов и последующее измерение твердости. То есть, использовался педагогический подход (Бармута, 2023б). В группах выборки 2 лабораторные работы проводились с привлечением студентов к определению и обоснованию режимов проведения эксперимента, в том числе расположению образов в печи, и выполнению определенных операций. То есть, педагогический подход совмещался с андрогогическим (Бармута, 2023б).

В начале проведения лабораторной работы преподаватель ставит цель – провести термическую обработку материала, в частности, сталей определенных классов (конструкционных или инструментальных) и дуралюмина и получить структуру с наибольшей твердостью. Указанная цель лабораторной работы соответствует практиче-

ским производственным целям при получении большого ассортимента деталей и изделий разных областей промышленности. Далее формулируются задачи, решаемые для достижения поставленной цели:

• выбрать материал из имеющейся коллекции в соответствие с целью исследования;

• выбрать и обосновать вид и режим термической обработки (температуру и время выдержки, среду охлаждения, печи) для данного материала с использованием диаграммы состояния и других вспомогательных средств;

• обосновать расположение образцов в печи с учетом их размеров и формы;

• обосновать необходимость операции шлифования торцевых поверхностей образцов;

• обосновать выбор метода измерения твердости (по Роквеллу шкала С или по Бринеллю);

• провести загрузку образцов в печь, отслеживать процесс выдержки по секундомеру, охладить образцы в выбранных средах, отшлифовать поверхность и провести измерения твердости;

• графическое представление полученных результатов и их анализ с формулировкой выводов.

Таким образом, в процесс непосредственного проведения термической обработки образцов вовлекаются не менее десяти студентов группы – один студент загружает шесть образов в закалочную печь, один – следит за временем выдержки в операциях закалки и отпуска (старения), шесть студентов проводят охлаждение и шлифование, двое – измеряют твердость. В группах, в которых на занятии присутствует более десяти студентов, проведение процессов термообработки и шлифования можно разделить между разными студентами. При этом в активном обсуждении и решении первых пяти задач, как показала практика, участвует не менее четырех-пяти человек. Следует отметить, что выбор вида деятельности в рамках лабораторной работы предоставляется самим студентам. В некоторых случаях операция шлифования образца может и должна быть проведена преподавателем. К таким случаям следует отнести страх или повышенную тревожность студента, невозможность работы с оборудованием по причине ранее полученных травм или особенностей здоровья, не готовность – наличие длинных рукавов, украшений на руках и т. д., что нарушает технику безопасности при работе с крутящимися частями оборудования.

Результаты исследования

Итоги проведения занятий. Составлена таблица, показывающая динамику результатов освоения материала лабораторных занятий, в том числе практических навыков (таблица 2). Итоговая оценка состояла из трех компонентов – входного тестирования с весовым коэффициентом 0,25, выполнения лабораторной и оформление отчета с $g = 0{,}35$, защиты работы в форме итогового тестирования по теме с $g = 0{,}4$. Весовые коэффициенты распределялись таким образом, чтобы при невыполнении одного из компонентов нельзя было получить оценку выше «удовлетворительно» в соответствие с балльной шкалой оценивания, что, в свою очередь, подчеркивает для студентов значимость каждого компонента работы.

Таблица 2

Сводная таблица результатов контроля успеваемости по трем лабораторным работам блока

Параметр, балл	Лабораторная работа					
	1	2	3	1	2	3
	Выборка 1			Выборка 2		
Входной контроль	57,60	61,80	59,40	64,20	70,00	68,30
Выполнение лабораторной работы и отчета	73,30	74,80	74,30	80,30	86,10	84,00
Выходной контроль	75,80	77,00	77,70	78,00	80,90	86,90
Суммарная оценка	79,40	72,40	71,90	75,30	80,00	81,20
Среднее квадратическое отклонение	10,82	6,86	7,28	9,26	8,79	9,37

Полученные результаты прошли статистическую обработку для сравнения результативности и эффективности предлагаемой методики проведения лабораторных работ. Анализировались следующие факторы: влияние самоподготовки к занятию на общую оценку по каждой лабораторной работе отдельно по выборкам 1 и 2, влияние изучения каждой темы на уровень освоения последующей, влияние методики проведения занятия на уровень освоения каждой лабораторной работы.

Первичный анализ результатов контроля показывает, что студенты были недостаточно подготовлены к занятиям (средний балл в первой выборке меньше 62, во второй – не превышает 70). Разница между средним баллом за входной контроль в выборках статистически незначима. Однако, на первый взгляд, значения второго и третьего компонента оценивания существенно выше. Сравнение с помощью *t*-критерия Стьюдента показывает, что в каждой из выборок разница в уровне освоения последующей темы лабораторной работы статистически незначима (таблица 3).

Для установления взаимосвязи между результативностью подготовки к занятиям и результатами занятия проведен корреляционный анализ с определением критерия корреляции Пирсона. Как и ожидалось, проведенный анализ показал (табл. 3), что подготовка к занятиям напрямую влияет на итоговый уровень успеваемости по теме (при $p = 0{,}001$ и $r_{xy}^{кр} = 0{,}57$): в выборке 1 $r_{xy} = 0{,}95$; 0,85; 0,79 для лабораторных работ 1, 2 и 3 соответственно, в выборке 2 – $r_{xy} = 0{,}8$; 0,736; 0,91.

Таблица 3

Значения критерия Стьюдента для последовательных лабораторных работ

	Выборка 1			Выборка 2		
	Лаб. раб. 1	Лаб. раб. 2	Лаб. раб. 3	Лаб. раб. 1	Лаб. раб. 2	Лаб. раб. 3
t-критерий	0,040	0,132	0,108	0,101	0,005	0,089
Дисперсия	6,565	3,162	6,279	8,773	5,719	10,274

Влияние методики проведения занятия на уровень освоения каждой лабораторной работы анализировалось с помощью *t*-критерия Стьюдента и *F*-критерия Фишера (таблица 4). Как видно, различие между уровнями успеваемости в выборке 1 и выборке 2 статистически значимое при $p = 0{,}005$, а для лабораторных работ 2 и 3 даже при $p = 0{,}01$. Следовательно, основная гипотеза, выдвигаемая в нашем исследовании, подтвердилась. То есть разработанная и внедренная методика проведения лабораторных работ по блоку тем «Термическая обработка металлов и сплавов» с вовлечением студентов в процесс проведения исследования дает лучшие результаты, чем традиционная с демонстративным экспериментом, выполняемым преподавателем и способствует повышению успеваемости. И как следствие влияет на интерес и мотивацию к обучению по дисциплине «Материаловедение».

Таблица 4

Критерии Стьюдента и Фишера сравнения успеваемости по лабораторным работам в выборках 1 и 2

	Лаб. раб. 1	Лаб. раб. 2	Лаб. раб. 3
t-критерий	2,008	3,899	4,492
F-критерий	0,733	1,645	1,656

Обсуждение результатов

Разработанная методика проведения лабораторных работ не только обеспечивает вовлечение студентов в учебный процесс, но и объединяет проблемный практико-ориентированное обучение с групповой работой. Каждый студент, выполняющий свой этап работы с образцами, понимает, что от качества его работы зависит качество выполнения последующих этапов и общий результат. То есть студент осознает значимость своих действий и старается выполнить задание на субъективном уровне «я хорошо работаю», или «я работаю не хуже других», или «я работаю лучше других», что зависит от мотивационного профиля и особенностей характера конкретного человека. Как известно, уровень академической успеваемости, заинтересованность и высокая активность являются критериями академической успешности студентов (Гордеева и Сычев, 2017; Мужиченко и Абакумова, 2022). В нашем исследовании студенты, вовлеченные в выполнение эксперимента, демонстрировали лучшие показатели успеваемости. Подобный результат согласуется с исследованиями связи мотивов к посещению университета и академических достижений (Korhonen, Mattsson, Inkinen et al., 2019; Hyytinen, Tuononen, Nevgi et al., 2023), показывающими, что создание условий обучения, поддерживающих личный интерес студента и его внутренние мотивы, необходимо для компенсации последствий эмоционально выгорания и снижения уровня успеваемости.

Также студенты, уже знакомые с методикой проведения операции шлифования металлов, использовали имеющиеся навыки для выполнения текущей лабораторной работы и могли самостоятельно оценить качество подготовки поверхности для дальнейших исследований. При выполнении каждой последующей работы использовались практические умения и навыки, сформированные на предыдущих занятиях. Студенты получали возможность творчески подойти к выполнению поставленной задачи, в том числе – рассмотреть разные варианты ее решения. Таким образом, студенты получали некоторую самостоятельность при проведении эксперимента (в рамках выполнения требований техники безопасности) и это способствовало повышению их ответственности и заинтересованности в конечном практическом результате, а не только в получении оценки от преподавателя, и самоэффективности, необходимой для преодоления академических и, в будущем, профессиональных трудностей. Результаты исследования согласуются с концепцией комбинирования педагогического и андрагогического подходов в обучении в высшей школе (Бармута, 2023б), который соответствует выражению либо повышению внутренней мотивации учения (Гордеева, Сычев и Осин, 2014; Шабалина, 2009) и способствует развитию самоэффективности (Tang & Werner, 2017; Stolz, Blackmon, Engerman et al., 2022).

Заключение. Таким образом, в ходе исследования была подтверждена выдвинутая гипотеза о наличии взаимосвязи вовлечения студентов в проведение эксперимента на лабораторных занятиях с уровнем их успеваемости. На основе полученных результатов исследования можно сделать следующие выводы:

1. В ходе анализа успеваемости выявлено, что подготовка к лабораторным работам напрямую влияет на качество выполнения эксперимента и на итоговую оценку по теме. Также установлено, что разработанная методика проведения занятия с вовлечением студентом в исследовательский процесс приводит к повышению уровня успеваемости, в том числе – к улучшению результатов итогового тестирования по теме занятия и качества подготовки отчета по работе.

2. Сравнение уровня успеваемости по последовательным лабораторным работам не показывает статистически значимых различий в обеих выборках. Данная ситуация, предположительно, отражает определенный стабильный уровень навыков работы с образцами, приобретенный студентами. Незначительная разница в уровне успеваемости в пункте «Выходной контроль» обусловлена освоением разного теоретического материала по изучаемым темам (углеродистые стали, легированные стали, цветные сплавы и методы их обработки) на одинаковом уровне.

3. Показано, что на лабораторных занятиях комбинация педагогического и андрагогического подходов дает лучшие результаты, чем педагогический подход.

Список литературы

Абдыкеров, Ж. С., Замятина, О. М., и Мозгалева, П. И. (2017). Игровые технологии как инструмент мотивации и повышения качества подготовки студентов. *Высшее образование сегодня, 5,* 20–25.

Бармута, К. А. (2023а). Влияние применения рубрик в высшем образовании на успеваемость и мотивацию студентов к обучению. *Инновационная наука: психология, педагогика, дефектология, 6*(1), 43–52. https://doi.org/10.23947/2658-7165-2023-6-1-43-52

Бармута, К. А. (2023б). Современные вызовы и возможности для обучения взрослых в высшей школе: сравнение педагогического и андрагогического подходов. *Инновационная наука: психология, педагогика, дефектология, 6*(3), 69–79. https://doi.org/10.23947/2658-7165-2023-6-3-69-79

Бирюкова, И. П. (2019). Методика многоуровневой организации лабораторного практикума по физике. *Машиностроение: инновационные аспекты развития, 2*, 233–236. https://doi.org/10.26160/2618-6810-2019-2-233-236

Буглак, П. А. (2015). Учебно-исследовательская и научно-исследовательская работа студентов в лабораторном практикуме по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов». В Т.С. Мамонтова (ред.) *Проблемы и перспективы физико-математического и технического образования*. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции (С. 30–39). Издательство ИПИ им. П.П. Ершова (филиал) ТюмГУ.

Васюков, С. Н. (2022). Профориентированные видеофильмы как средство повышение мотивации к учению студентов железнодорожных колледжей. *Проблемы современного педагогического образования, 76–3*, 52–55.

Голубева, Т. Б. (2011). О формировании мотивации изучения химии у студентов технического вузы посредством использования демонстрационного эксперимента. *Вестник Челябинского государственного педагогического университета, 11*, 43–50.

Гордеева, Т. О., и Сычев, О. А. (2017). Мотивационные профили как предикторы саморегуляции и академической успешности студентов. *Вестник Московского университета. Серия 14: Психология, 1*, 67–87.

Гордеева, Т. О., Сычев, О. А., и Осин, Е. Н. (2014). Опросник «Шкалы академической успеваемости». *Психологический журнал, 35*(4), 96–107.

Игнатченко, О. С., и Кукуляр, А. М. (2023). Информационные технологии в системе среднего профессионального образования: опыт внедрения. *Инновационная наука: психология, педагогика, дефектология, 6*(1), 98–108. https://doi.org/10.23947/2658-7165-2023-6-2-98-108

Мужиченко, С. В., и Абакумова, И. В. (2022). Особенности профессиональной мотивации студентов разного уровня академической успешности. *Инновационная наука: психология, педагогика, дефектология, 5*(5), 64–75. https://doi.org/10.23947/2658-7165-2022-5-5-64-75

Половникова, Л. Б. (2020). Виртуальный лабораторный практикум как средство формирования научно-исследовательских компетенций будущего инженера. *Современные наукоемкие технологии, 4–2*, 311–316. https://doi.org/10.17513/snt.38016

Семенова, Т. В. (2016). Влияние учебной мотивации на успеваемость студентов: роль учебной активности. *Высшее образование в России, 7*, 25–37.

Смирнов, А. В., Давыдов, М. В., Бондарик, В. М., и Богомольская, В. С. (2016). Способы повышения мотивации студентов инженерно-технических специальностей. В Е. Н. Живицкая, В. Л. Смирнов, Д. А. Фецкович, В. А. Прытков, Д. В. Лихачевский (ред.). *Высшее техническое образование: проблемы и пути развития. Материалы VIII международной научно-методической конференции: часть 2* (С. 184–186). БГУИР.

Шабалина, М. Р. (2009). Педагогические условия повышения академической успешности студентов. *Вестник Вятского государственного гуманитарного университета, 3*(2), 59–63.

Erbas, C. & Demirer, V. (2019). The effects of augmented reality on students' academic achievement and motivation in a biology course. *Journal of Computer Assisted Learning, 35*(3), 450–458. https://doi.org/10.1111/jcal.12350

Hyytinen, H., Tuononen, T., Nevgi, A., & Toom, A. (2023). The first-year students' motives for attending university studies and study-related burnout in relation to academic achievement. *Learning and Individual Differences, 97*, 102165. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2022.102165

Korhonen, V., Mattsson, M., Inkinen, M., & Toom, A. (2019). Understanding the multidimensional nature of student engagement during the first year of higher education. *Frontiers in Psychology, 10*, 1056. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01056

Silva, M., Bermúdez, K., & Caro, K. (2023). Effect of an augmented reality app on academic achievement, motivation, and technology acceptance of university students of a chemistry course. *Computers & Education: X Reality, 2*. 100022. https://doi.org/10.1016/j.cexr.2023.100022

Stolz, R. C., Blackmon, A. T., Engerman, K., Tonge, L., & McKayle, C. A. (2022). Poised for creativity: Benefits of exposing undergraduate students to creative problem-solving to moderate change in creative self-efficacy and academic achievement. *Journal of Creativity, 32*(2), 100024. https://doi.org/10.1016/j.yjoc.2022.100024

Tang, M., & Werner, C. H. (2017). An interdisciplinary and intercultural approach to creativity and innovation–Evaluation of the EMCI ERASMUS intensive program. *Thinking Skills and Creativity, 24*, 268–278. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.04.001

References

Abdykerov, J. S., Zamyatina, O. M., & Mozgaleva, P. I. (2017). Game technologies as a tool for motivation and improving the quality of students' training. *Higher Education Today, 5*, 20–25.

Barmuta, K. A. (2023a). Influence of using rubrics in higher education on students' performance and academic motivation. *Innovative science: psychology, pedagogy, defectology, 6*(1), 43–52. https://doi.org/10.23947/2658-7165-2023-6-1-43-52

Barmuta, K. A. (2023b). Modern challenges and opportunities for adult learning in higher education: comparison of pedagogical and andragogical approaches. *Innovative science: psychology, pedagogy, defectology, 6*(3), 69–79. https://doi.org/10.23947/2658-7165-2023-6-3-69-79

Biryukova, I. P. (2019). Methodology of multilevel organisation of laboratory practice in physics. *Mashinostroenie: innovatsionnye aspekty razvitiya, 2*, 233–236. https://doi.org/10.26160/2618-6810-2019-2-233-236

Buglak, P. A. (2015). Teaching and research and research work of students in laboratory practical training in the discipline "Materials science and technology of structural materials". In T.S. Mamontova (Ed.) *Problems and prospects of physical, mathematical and technical education*. Collection of materials of the All-Russian scientific-practical conference (P. 30–39). Publishing house of IPI named after P.P. Ershov (branch) of TyumSU.

Erbas, C., & Demirer, V. (2019). The effects of augmented reality on students' academic achievement and motivation in a biology course. *Journal of Computer Assisted Learning, 35*(3), 450–458. https://doi.org/10.1111/jcal.12350

Golubeva, T. B. (2011). On the formation of motivation to study chemistry in students of technical universities through the use of demonstration experiment. *Bulletin of Chelyabinsk State Pedagogical University, 11*, 43–50.

Gordeeva, T. O., Sychev, O. A., & Osin, E. N. (2014). The Academic Achievement Scales questionnaire. *Psychological Journal, 35*(4), 96–107.

Gordeeva, T. O., & Sychev, O. A. (2017). Motivational profiles as predictors of self-regulation and academic success of students. *Vestnik of Moscow University. Series 14: Psychology, 1*, 67–87.

Hyytinen, H., Tuononen, T., Nevgi, A., & Toom, A. (2023). The first-year students' motives for attending university studies and study-related burnout in relation to academic achievement. *Learning and Individual Differences, 97*, 102165. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2022.102165

Ignatchenko, O. S., & Kukular, A. M. (2023). Information technologies in the system of secondary vocational education: experience of implementation. *Innovative science: psychology, pedagogy, defectology, 6*(1), 98–108. https://doi.org/10.23947/2658-7165-2023-6-2-98-108

Korhonen, V., Mattsson, M., Inkinen, M., & Toom, A. (2019). Understanding the multidimensional nature of student engagement during the first year of higher education. *Frontiers in Psychology, 10*, 1056. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01056

Muzhichenko, S. V., & Abakumova, I. V. (2022). Features of professional motivation of students of different levels of academic success. *Innovative science: psychology, pedagogy, defectology, 5*(5), 64–75. https://doi.org/10.23947/2658-7165-2022-5-5-64-75

Polovnikova, L. B. (2020). Virtual laboratory practice as a means of forming research competences of a future engineer. *Modern Science-Intensive Technologies, 4–2*, 311–316. https://doi.org/10.17513/snt.38016

Semenova, T. V. (2016). The influence of learning motivation on students' academic performance: the role of learning activity. *Higher Education in Russia, 7,* 25–37.

Silva, M., Bermúdez, K., & Caro, K. (2023). Effect of an augmented reality app on academic achievement, motivation, and technology acceptance of university students of a chemistry course. *Computers & Education: X Reality, 2*. 100022. https://doi.org/10.1016/j.cexr.2023.100022

Shabalina, M. R. (2009). Pedagogical conditions for increasing students' academic success. *Bulletin of Vyatka State Humanitarian University, 3*(2), 59–63.

Smirnov, A. V., Davydov, M. V., Bondarik, V. M., & Bogomolskaya, V. S. (2016). Ways to increase the motivation of engineering students. In E. N. Zhivitskaya, V. L. Smirnov, D. A. Fetskovich, V. A. Prytkov, and D. V. Likhachevsky (eds.). *Higher technical education: problems and ways of development*. Proceedings of the VIII International Scientific and Methodological Conference: part 2 (pp. 184–186). BSUIR.

Stolz, R. C., Blackmon, A. T., Engerman, K., Tonge, L. & McKayle, C. A. (2022). Poised for creativity: Benefits of exposing undergraduate students to creative problem-solving to moderate changes in creative self-efficacy and academic achievement. *Journal of Creativity, 32*(2), 100024. https://doi.org/10.1016/j.yjoc.2022.100024

Tang, M., & Werner, C. H. (2017). An interdisciplinary and intercultural approach to creativity and innovation–Evaluation of the EMCI ERASMUS intensive program. *Thinking Skills and Creativity, 24*, 268–278. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.04.001

Vasyukov, S. N. (2022). Proforiented video films as a means of increasing motivation to learning of students of railway colleges. *Problems of modern pedagogical education, 76–3*, 52–55.

Об авторах:

Людмила Павловна Арефьева, доктор физико-математических наук, доцент кафедры материаловедения и технологий металлов, Донской государственный технический университет (Российская Федерация, 344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ORCID, Ludmilochka529@mail.ru

Валентина Владимировна Дука, старший преподаватель кафедры материаловедения и технологий металлов, Донской государственный технический университет (Российская Федерация, 344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ORCID, valentina.duka.92@mail.ru

Поступила в редакцию 12.12.2023
Поступила после рецензирования 25.01.2024
Принята к публикации 09.02.2024

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Lyudmila Pavlovna Arefieva, Dr. Sc. (Physical and Mathematical), Associate Professor, Professor of the Materials Science and Metal Technology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), ORCID, Ludmilochka529@mail.ru

Valentina Vladimirovna Duka, Associate Professor of the Materials Science and Metal Technology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), ORCID, valentina.duka.92@mail.ru

Received 12.12.2023
Revised 25.01.2024
Accepted 09.02.2024

Conflict of interest statement

The authors do not have any conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.