

## References

1. Akhmedov, A. P. Innovative public transport stop with autonomous power supply / A. P. P. Akhmedov, S. B. Khudoyberganov, N. P. Yurkevich // Innovative technologies in water, municipal services and water transport: Proceedings of the Republican Scientific and Technical Conference, Minsk, 20–21 May 2021. – Minsk: Belarusian National Technical University, 2021. – P. 181–184.
2. Akhmedov, A. P. Methodology of combining real and virtual laboratory works in the educational process of students / A. P. Akhmedov, S. B. Khudoyberganov, Zh. Ochilov // Exact science. – 2019. – № 40. – С. 27–31.
3. Autonomous air conditioners // Dantex [electronic resource]. – 2005–2022. – Access mode: <https://dantex.ru/articles/avtonomnye-konditsionery/>. – Date of access: 10.11.2021.
4. Gazel minibus (GAZ–32213) // Commercial transport and machinery on IronHorse.RU [electronic resource]. – 2022. – Access mode: <http://truck.ironhorse.ru/gazel-32213.html>. – Date of access: 15.01.2022.
5. Gazel – Next suburban minibus // Commercial transport and machinery on IronHorse.RU [electronic resource]. – 2022. – Access mode: <http://truck.ironhorse.ru/gazelle-next-bus.html>. – Date of access: 15.01.2022.

УДК 53.08

### Из опыта организации научно-исследовательской работы студентов

Бибик А. И.<sup>1</sup>, Попко С. В.<sup>1</sup>, Петренко С. И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет,

<sup>2</sup>Белорусская государственная академия авиации

Минск, Республика Беларусь

*В условиях современного развития науки и техники особое внимание обращено не только на накопление определенной суммы знаний, но и на воспитание у студентов творческого подхода к изучаемым дисциплинам, к развитию исследовательских навыков. Привитие таких навыков возможно при условии широкого приобщения студентов в процессе обучения к научно-исследовательской работе (НИР).*

Одной из форм приобщения студентов к научным исследованиям является проведение НИР со студентами первого и второго курсов на основе индивидуальных заданий с учетом способностей студентов.

Одна из тем, к выполнению которой привлекаются студенты первых и вторых курсов звучит так: «Исследование взаимодействия постоянных магнитов и электромагнитов с магнитными материалами типа стали и их

сплавов». Для этого в лабораторных условиях с помощью студентов изготавливается экспериментальная установка, состоящая из электродвигателя с валом, на котором можно устанавливать диски из различных сплавов стали, разного диаметра и толщины (рис. 1).

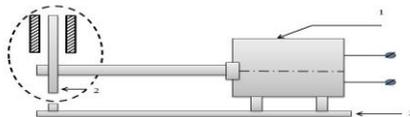


Рис. 1. Схема лабораторной установки с двумя постоянными магнитами:  
1 – электродвигатель; 2 – диск; 3 – платформа

Кроме этого, изготавливается кожух, на котором крепятся плоские постоянные магниты. Кожух крепится неподвижно на платформе вместе с электродвигателем. Обороты электродвигателя с вращающимся диском можно регулировать с помощью потенциометра. Постоянные магниты можно подбирать и менять в зависимости от их свойств. Электромагниты можно регулировать с помощью электрического тока (рис. 2, 3)

Студентам выдаются следующие задания: 1) определить, как влияют магниты, электромагниты на скорость вращения дисков в зависимости от их материалов и свойств вплоть до их установки; 2) подобрать контрольно-измерительные приборы; 3) произвести расчеты в зависимости от параметров магнитов, свойств магнитов, свойств материала дисков, их толщины и диаметра, учитывая скорость диска и его остановки.

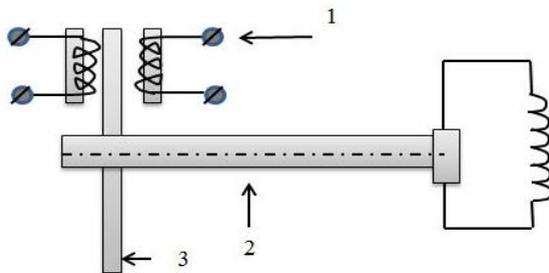


Рис. 2. Схема лабораторной установки с двумя электромагнитами:  
1 – электромагнит; 2 – вал электродвигателя; 3 – диск

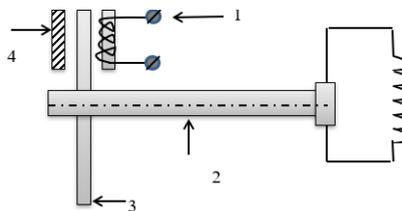


Рис. 3. Схема лабораторной установки с постоянным магнитом и электромагнитом:

1 – электромагнит; 2 – вал электродвигателя; 3 – диск;

4 – постоянный магнит

Данная научно-исследовательская работа может быть использована в народном хозяйстве в области тормозных систем, на транспорте, а также в муфтах передач различных механизмов, так как в настоящее время на транспортных средствах применяют в основном гидравлические и пневматические тормозные системы, которые обладают рядом недостатков. Гидравлические системы используют гидравлическую жидкость (масло), имеют достаточно большой вес и в случае негерметичности быстро выходят из строя, что приводит к аварийной ситуации. Пневматические системы используют сжатый воздух, также имеют большой вес и в случае негерметичности быстро выходят из строя. В случае же использования в будущем магнитных-электромагнитных тормозов приведет к многократному уменьшению веса этих систем, к удобству эксплуатации и ремонта, к высокой степени надежности и экономичности, что будет означать использование новых высоких технологий в данных сферах.

В последнее десятилетие в научной литературе уделяется много внимания созданию фуллерен-содержащих полимеров, поэтому студентам предлагается НИР «Определение физико-механических свойств полистирола ПС и полистирола, модифицированного фуллереном  $C_{60}$ ». Приступая к проведению экспериментов, студент осваивает методику получения фуллеренов путем термического испарения графита, осваивает ряд весьма трудоемких и тонких методов исследования, таких как контактно-динамический метод определения физико-механических параметров вязкоупругих материалов, методику исследования трибологических свойств композиционных материалов.

Структуры ПС +  $C_{60}$  получают методом полива ПС раствором  $C_{60}$  в толуоле. Для определения механических характеристик (модуля Юнга, коэффициента вязкости) исследуемых материалов используют прибор IMPULSE-1В.

Измерение силы трения осуществляют с помощью установки, состоящей из наклонного маятника и счетчика. Измерение силы трения с помощью наклонного маятника основано на измерении уменьшения амплитуды его колебаний. Расчет коэффициента трения производится по формуле:

$$\lambda = \frac{\cos \alpha_n - \cos \alpha_0}{N(\alpha_n - \alpha_0)} \cdot 5t_1 3D \operatorname{tg} \beta,$$

где  $N$  – число полных колебаний;  $\beta$  – угол наклона плоскости;  $D$  – диаметр шарика;  $\alpha_0$  – максимальный угол отклонения маятника в начальный момент движения;  $\alpha_n$  – максимальное значение угла отклонения после  $N$  колебаний.

В результате опытов студенты убеждаются, что коэффициент трения качения полистирола больше коэффициента трения ПС + С<sub>60</sub>. Из чего следует, что полистирол тверже ПС + С<sub>60</sub>. Изменение трибологических свойств вещества, включающих С<sub>60</sub> объясняется очевидно формированием на поверхности покрытия тонкой пленки с дисперсной структурой, которая предотвращает перенос материала контртела на испытываемую поверхность, а также сменой механизма «трение – скольжения» на механизм «трение – качения».

В ходе таких занятий студенты охотно занимаются творчеством, поиском новых решений, применяют их к ситуации. Все это безусловно приводит к глубокому усвоению новых знаний, личностному саморазвитию и мотивирует студентов на дальнейшее профессиональное обучение. Результаты научных исследований студентов составляет основу докладов на студенческих конференциях дипломных и конкурсных задач.

Предлагается и такая тема: «Исследование и практическое применение бытовых отходов: устаревших компьютеров, сотовых телефонов, ноутбуков, планшетов и другой электронной техники». Перед выполнением темы студенты должны ознакомиться с последними достижениями робототехники, программированием, материаловедением, системой датчиков распознавания материалов с помощью лазерных, магнитных и высокочастотных излучений. Затем они получают задание: 1) измельчить механическим способом материалы (для этого использовать перемалывающее шнековые, прессовые и другие машины); 2) отделить магнитные материалы с помощью магнитов или электромагнитов в распределительные отсеки; 3) отделить мелкие материалы и пластмассы с помощью аэродинамических устройств; 4) очистить металлы от пластика картона, бумаги; 5) еще больше измельчить механические частицы и отдельно пластиковые частицы; 6) после этого мелкие измельченные частицы поместить в плавильные агре-

гаты (муфельные печи, электрические конвертеры). Отходы пластика в дальнейшем можно использовать для строительных, дорожных материалов, что улучшит их качество.

На основе полученных конкретных данных студенты должны построить модель широкого спектра переработки бытовых и промышленных отходов. Эта модель в дальнейшем должна служить для построения утилизирующего предприятия или завода. Данная тема является наиважнейшей в нашем промышленном и технологическом мире и внесет гигантский вклад в защиту экологии и природы нашей планеты.

### Литература

1. Судник, Л. В. Применение наноструктур в защитных композиционных материалах / Л. В. Судник, В. С. Ткачук // Наноструктуры в конденсированных средах. – Минск, 2018. – С. 226–229.

2. Игнаткович, И. В. Повышение уровня мотивации студентов к будущей профессиональной деятельности / И. В. Игнаткович // Наука – образованию, производству, экономике: материалы VI междунар. науч.-практ. конф., Минск: в 3 ч. / Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск, 2012. – Ч. 1. – С. 73–75.

3. Пенязьков, О. Г. Материалы, содержащие фуллерены: достижения и надежды / О. Г. Пенязьков, Э. М. Шпилевский, Г. Шилагарди // Наноструктуры в конденсированных средах. – Минск, 2015. – С. 6–13.

УДК 378.146

### **Применение интерактивных видеообучающих технологий для оптимизации усвоения лекционного материала**

Бибик А. И.<sup>1</sup>, Попко С. В.<sup>1</sup>, Петренко С. И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет,

<sup>2</sup>Белорусская государственная академия авиации  
Минск, Республика Беларусь

*Предлагается внедрение в процесс обучения мобильных приложений тестирования для усиления мотивации и оптимизации работы в классе, создания новых форматов заданий и упражнений на основе приложений обратной связи для развития коммуникативной и социокультурной компетенций, а также для организации интерактивной аудиторной и самостоятельной работы обучающихся.*

Интеграция новейших компьютерных и мобильных технологий в процесс обучения является одним из важнейших условий модернизации современной системы высшего образования. Еще совсем недавно мобиль-