РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ

Слободянюк А. А., Хрусталёв А. Ф., Баракин В. В., Лысенко Р. Б.
Севастопольский национальный технический университет
Севастополь, Украина
Тел.: (0692) 235168; e-mail: ped@sevgtu.sebastopol.ua

Аннотация – В статье рассматриваются некоторые дидактические условия активизации познавательного интереса студентов к учебной деятельности в вузе.

I. Введение

Известно, что межпредментные связи (МС), которые отражают тенденции интеграции науки и практики, дают возможность выделить как основные элементы содержания образования, так и взаимосвязи между учебными предметами. При этом МС способствуют формированию не только знаний, но, что не менее важно, овладению студентами системными познавательными методами: абстрагированием, моделированием, аналогиями, обобщениями и др. Важным аспектом МС есть их комплексность, что обеспечивает на различных этапах обучения интеграцию знаний и повышает эффективность психических процессов [1].

II. Основная часть

Математическая химия

Вопрос о корректном использовании межпредметных связей математики и химии актуален уже хотя бы потому, что в учебной литературе по химии не всегда правильно применяются понятия и методы математики в определениях, формулировках законов и решениях задач по химии.

Так, в руководстве по химии Оганесяна для поступающих в вузы читаем: «Эмпирическая формула – химическая формула, указывающая число атомов каждого из элементов в соединении, выражают при помощи целых чисел, не имеющих общего кратного». Однако известно, что несколько натуральных чисел всегда имеют общее кратное, но оно не имеет никакого отношения к эмпирической формуле, индексы при элементах которой являются взаимно простыми числами, т. е. такими натуральными числами, наибольший общий делитель которых равен 1.

Нередко в литературе по химии можно встретить такую формулировку закона Гей-Люссака: «Объемы вступающих в реакцию газов при одинаковых условиях относятся друг к другу и к объемам образующихся газообразных соединений как простые целые числа».

Из простого расчета следует, что при сгорании одного объёма бутана C_4H_{10} образуется четыре объема оксида углерода CO_2: $C_4H_{10} \rightarrow 4CO_2$, но ни одно из чисел, входящих в отношение 1:4, не является простым: 1 и 4 - это взаимно простые числа. Поэтому в формулировке закона слова «простые целые» следует заменить на «взаимно простые» [2, с. 78].

Теперь остановимся на приближённых решениях химических задач. Заметим при этом, что приближёнными являются табличные значения относительных атомных масс элементов и тем более их округления до целого числа.

Главное правило приближённых вычислений состоит в том, что, если среди данных есть хотя бы одно приближённое значение, задачу следует решать по правилам приближённых, а не точных вычислений. Пренебрежение этим правилом нередко приводит к неверным результатам. Убедимся в этом, решая задачу 1. Какова простейшая и молекулярная формула газообразного углеводорода, если массовая доля углерода равна 81,82% и водорода – 18,18%, а 10^{-3} $м^3$ этого углеводорода (н.у.) имеют массу $2{,}6 \cdot 10^{-3}$ кг? [3, с. 49].

Сначала будем решать её в указанной ниже последовательности в предположении, что все данные точные, предположении естественном для математики, но не всегда приемлемом на практике:

1. Количество вещества углеводорода объёмом $10^{-3} м^3 = 1$ л (н.у.) равно 1л : 22,4 л/моль = 0,0446 моль.
2. Так как $2{,}6 \cdot 10^{-3}$ кг = 2,6 г, то молярная масса углеводорода будет 2,6 г : 0,0446 моль = 58 г/моль, т.е. относительная молекулярная масса его 58.
3. Количество атомов углерода и водорода в молекуле углеводорода соответственно будет $n(C) \approx 58 \cdot 0{,}8182/12 \approx 3{,}95$, т.е. $n(C) = 4$, $n(H) = 58 - 12 \cdot 4 = 10$.

Итак, C_4H_{10} – молекулярная формула углеводорода (C_2H_5 – простейшая формула).

Этот вывод неверный, хотя он и совпадает с ответом, приведённым в двух изданиях книги. Дело в том, что в условии задачи величина 10^{-3} $м^3$ = 1л содержит всего одну значащую цифру, равную 1, да и ту малозначащую. По этому поводу в [4, с. 379] сказано: “Есть основания не считать значащей цифрой единицу, если она является цифрой старшего разряда приближённого числа, то есть первой слева его цифрой… Принимая это правило, мы должны, например, число 12,47 считать имеющим не 4, а только 3 значащие цифры”.

Это означает, что самую большую относительную погрешность имеет приближённое число, содержащее одну значащую цифру, когда она равна 1, например, 0,1; 0,01; 0,001 и т. д., да сама 1, как в рассматриваемой задаче. Между тем именно такие числа часто встречаются в формулировках задач. Грубо говоря, эти числа не содержат ни одной значащей цифры!

Именно поэтому найденный выше результат $M_r = 58$ не заслуживает никакого доверия. Ведь “Сколько бы ни было точно математическое решение, оно не может быть точнее тех приближённых предпосылок, на коих оно основано” (А.Н. Крылов).

Самое точное данное рассматриваемой задачи 81,82 % имеет четыре значащие цифры, а потому решая задачу, исходя только из этого значения (остальные количественные данные исключаются), получим практически достоверный ответ.

Действительно, в наименьших целых числах (81,82/12) : (18,18/1) = 3 : 8 (заметим в скобках: 3/8 = 0,375), значит C_3H_8 – простейшая формула углево-

2005 15th Int. Crimean Conference “Microwave & Telecommunication Technology” (CriMiCo’2005). 12-16 September, Sevastopol, Crimea, Ukraine

дорода. Итак, два решения и два разных ответа: в первом C_2H_5 – простейшая формула, во втором – C_3H_8. Почему? Очевидно потому, что в условии задачи величина 10^{-3} м^3 = 1 л содержит всего одну значащую цифру, да и та равна 1. Поэтому найденный выше результат M_r=58 не заслуживает никакого доверия. Во втором решении данное 1 л, содержащее одну значащую цифру, не используется.

Следовательно, C_3H_8 - формула углеводорода (молекулярная формула совпадает с простейшей). Ответ C_4H_{10} в [3], неверный. Приведенный анализ показывает, что, формулируя условия задачи надо иметь в виду, что точности всех исходных данных должны быть согласованы друг с другом и ни одна их них не должна быть чрезмерной или недостаточной.

С целью контроля проверим оба результата C_4H_{10} и C_3H_8.

В условии нашей задачи самую высокую относительную точность имеет массовая доля углерода 0,8182, содержащая четыре значащие цифры. Итак, пусть C_4H_{10} – формула углеводорода. Тогда массовая доля углерода, формально найденная на основе целочисленных значений атомных масс, будет 0,8276; с помощью табличных значений относительных атомных масс (a_c = 12,011, а $a_н$ = 1,0080) 0,8266. Оба эти числа довольно сильно отличаются от массовой доли 0,8182, содержащейся в условии исходной задачи. Значит, первый ответ (совпадающий с ответом из книги) должен быть отвергнут. Что касается второго ответа, то массовая доля углерода в углеводороде C_3H_8 (при целочисленных значениях относительных атомных масс элементов) полностью совпадает с соответствующим значением в условии задачи: $(36/44) \cdot 100\% = 81{,}82\%$.

Значит, C_3H_8 – молекулярная формула углеводорода.

Математика позволяет также находить и оптимальные решения химических задач.

Задача 1. Определите молекулярную формулу оксида хлора, если при разложении $0{,}1*10^{-3}$ м^3 этого оксида получилось $0{,}1*10^{-3}$ м^3 кислорода и $0{,}05*10^{-3}$ м^3 хлора (н.у.). Относительная плотность этого оксида хлора по воздуху равна 2,34. [3, с.49].

Задача 2. При разложении газообразного оксида хлора объемом . 100мл (н.у.) была получена смесь хлора с кислородом объемом 150 мл. После поглощения хлора щелочью остался кислород объемом 100 мл. Плотность оксида по воздуху 2,34. Какова его формула? [5, с. 35].

По существу задачи 1 и 2 не отличаются друг от друга, так как из их условий без ущерба для дела можно исключить всю информацию, кроме той, что плотность оксида хлора по воздуху равна 2,34. Тогда относительная молекулярная масса будет 2,34*29 ≈ 67,9. Запишем искомую формулу в виде Cl_xO_y, тогда для определения натуральных чисел x и y получим уравнение $35{,}5x + 16y \approx 67{,}9$. Из уравнения, очевидно, что x не может быть больше 1, а потому x = 1и $16y \approx 67{,}9 - 35{,}5 = 32{,}4$. Учитывая, что y - число натуральное, получим y = 2 и ClO_2 - формула оксида. Подчеркнем, что найденное нами решение оптимально по числу исходных данных первоначальной задачи, так как в нём использована только информация о плотности оксида хлора по воздуху и дальнейшее уменьшение числа исходных данных, очевидно, невозможно.

Отметим, что исходные данные задачи получают опытным путём. На эксперименты затрачиваются средства и время: в нашем случае для проведения реакции разложения нужно израсходовать некоторое количество вещества, измерить соответствующие объёмы и привести их к нормальным условиям (н. у.). В рассматриваемом решении эта информация не нужна, поэтому оно эффективнее экономически, да и экологически чище, так как не нужно работать с хлором.

Поскольку относительная плотность оксида хлора по воздуху находится экспериментально, её значение 2,34 является приближенным, но не смотря на это, полученное решение является добротным, устойчивым по отношению к ошибкам в исходных данных: небольшие погрешности измерений не влияют на результат! (Произойдёт катастрофа, если инженер примет такое конструкторско-технологическое решение постройки здания, которое окажется неустойчивым к малым колебаниям почвы или, тог хуже, здание рухнет от ветра).

Итак, пусть плотность равна 2,3 или 2,4 , тогда правая часть уравнения соответственно будет 29*2,3 ≈ 67 или 29*2,4 ≈ 70, но поскольку x и y – числа целые, то рассуждая как и выше, получим тот же результат. Решение устойчиво!

Математика и физика

Физические законы формулируются с помощью языка математики, например, первый закон преломления утверждает: «Луч падающий, перпендикуляр к границе двух сред в точке падения и преломления и преломленный луч лежат в одной плоскости», а второй - «Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для данной пары сред.»

Представляет интерес показать роль МС в формировании познавательного интереса. Так, в последнее время в средствах массовой информации всё чаще возникает вопрос «а были ли американцы на Луне?»- уж много явных несуразиц имеется на кадрах «лунной хроники». Под сомнение поставлен приоритет Америки в освоении Луны. В этой связи обратимся к заметке, опубликованной в журнале «КВАНТ» 1972 года, в которой рассказывалось о том, что преподаватель американского колледжа Хупер смотрел у себя дома по телевизору высадку космонавтов на Луну. Вдруг он заметил, что из одного из отсеков корабля свисал, качаясь на чём-то вроде каната какой-то тяжёлый предмет. Простая, но красивая идея пришла ему в голову. Посмотрев на свои часы, он определил, что период колебаний, за которыми он следил, составляет около 5-ти секунд. Длину подвеса, используя метод подобия, Хупер нашёл, сравнивая её с ростом космонавта, стоящего рядом: она оказалась равной, примерно одному метру. Отсюда и из формулы маятника следует, что ускорение силы тяжести на поверхности Луны примерно равно 1,6 м/с^2. Если бы снимался фильм на Земле, то найденное таким путём ускорение составило бы 9,8 м/с^2.

Можно было бы продолжить обсуждение рассматриваемых здесь вопросов, но и уже приведённых достаточно, чтобы сделать вывод: понятия математики позволяют правильно формулировать законы и закономерности других наук, а её методы дают возможность принимать обоснованные решения. Поэтому можно сказать, что математика, как учебная дисциплина, выполняет одну из главных межпредметных функций в обучении.

Подтверждением выше сказанного является, на наш взгляд, применение математических методов в ходе обработки результатов измерения физических величин. Известно, что с первых дней обучения студенты технических вузов и университетов приступают к выполнению физического практикума по курсу общей физики, где знакомятся с основами измерений, планирования и первичной обработкой экспериментальных данных. В тоже время, практика показывает, что вычисления проводятся без учета реальной точности исследуемых физических величин, часто с избыточно большим числом значащих цифр. Между тем, по образному выражению Гаусса, «чрезмерная точность расчетов свидетельствует о математической безграмотности». «Нелепые хвосты ненужных цифр»(И.Н.Кавун, профессор Ленинградского пединститута им. А.И.Герцена) в ряде случаев затрудняют анализ и оценку достоверности проведенных экспериментальных исследований. Положение осложняется еще и потому, что методы приближенных расчетов и вычислений были изъяты из программ математики для средней школы и только несколько лет назад восстановлены вновь.

При решении задач различной степени сложности и оформлении лабораторных работ часто видим ошибочные записи типа 28,351328±5,871743 см и т.д. В качестве доказательства приведем пример тестов с выбором правильного ответа по теме «Приближенные вычисления в курсе физики», предназначены для учащихся средних школ (таблица 1).

Таблица 1 - Тесты с выбором ответов «Приближенные вычисления в курсе физики». (За один правильный ответ – 1 балл)

Вопросы	Ответы
Вопрос 1. Число 1372 округлено до 1400. Найдите относительную погрешность округления.	А. 2,5% Б. 3,0% В. 2,0% Г. 2,8%
Вопрос 2. Табличное значение плотности золота равно 19,3 г/см^3. Найдите абсолютную погрешность числа.	А. 0,05 Б. 0,10 В. 0,15 Г. 0,20
Вопрос 3. Табличное значение плотности золота равно 19,3 г/см^3. Найдите относительную погрешность числа.	А. 0,20% Б. 0,26% В. 2,0% Г. 2,6%
Вопрос 4. Ускорение силы тяжести равно 9,81 м/с^2. Найдите относительную погрешность числа.	А. 0.050% Б. 0,051% В. 0,052% Г. 0,053%
Вопрос 5. Плотность воды равна 1,00 г/см^3. Сколько значащих цифр в этом числе?	А. 1 Б. 2 В. 3 Г. 0
Вопрос 6. Плотность ртути равна 13,60 г/см^3. Сколько значащих цифр в этом числе?	А. 1 Б. 2 В. 3 Г. 4
Вопрос 7. Плотность молока равна 1,030 г/см^3. Сколько значащих цифр в этом числе?	А. 1 Б. 2 В. 3 Г. 4
Вопрос 8. Запишите в нормальной форме следующее приближенное число 0,001250.	А. $1,25\cdot10^{-3}$ Б. $1,250\cdot10^{-3}$ В. $12,5\cdot10^{-4}$ Г. $125\cdot10^{-5}$
Вопрос 9. Показатель преломления бензина 1,5014 (±0,0001). Сколько в этом числе верных цифр?	А. 1 Б. 2 В. 3 Г. 4
Вопрос 10. Показатель преломления бензина 1,5014 (±0,0001). Сколько в этом числе сомнительных цифр?	А. 1 Б. 2 В. 3 Г. 4
Вопрос 11. Число Фарадея равно 9,65*10^4 Кл/моль имеет абсолютную погрешность ± 0,50*10^2. Сколько в этом числе верных цифр?	А. 1 Б. 2 В. 3 Г. 4
Вопрос 12. При рентгеноструктурных исследованиях были рассчитаны период решетки железа и его абсолютная погрешность (2.8625036 ±0,0017208)A. Запишите в ответе грамотно полученный результат ($a \pm \Delta a$) А	

Рассмотрим некоторые рекомендации при записи результатов измерений и расчета погрешностей измерений физических величин.

<u>Определение значащих цифр</u>. Верные и сомнительные цифры. Правило записи приближенного числа (принцип Крылова-Брадиса).

Существуют различные определения значащих цифр [6]. Напомним наиболее простое из них. Значащими цифрами называют все его цифры, кроме левых нулей. Нули, стоящие справа и между цифрами, отличными от нуля, будем считать значащими. Заметим, что нули, стоящие справа в конце десятичной дроби всегда значащие (иначе эти нули просто не писали). Если же нули справа незначащие, то эти нули следует отмечать каким-либо знаком, например, чертой (или волнистой чертой) снизу или сверху нуля. Однако этот способ не получил общепризнанного обозначения.

Наиболее рационально незначащие нули просто не записывать и переходить к записи кратных единиц (10^{-6} м = 1 мкм, 1000 кг = 1 т) или записывать результат вычислений и измерений в нормализованной форме. Например, 12856=1,2856*10^4; 0,00865=8,65*10^{-3}, 0,023876 = 2,3876*10^{-2}. При такой записи необходимо сохранять число значащих цифр слева и справа от равенства.

Если абсолютная погрешность приближенного числа не превышает половину единицы цифры последнего разряда, то все цифры приближенного числа называют верными (существуют и другие подходы к определению верных чисел). Если в приближенном числе все значащие цифры, кроме последней, были верными, но абсолютная погрешность числа превышает половину единицы цифры последнего разряда, то цифра этого разряда называется сомнительной. По правилу Брадиса-Крылова приближенное число записывают таким образом, чтобы все значащие цифры кроме последней были бы верными и лишь последняя цифра – сомнительной. Все цифры приближенного числа, следующие за верными и одной сомнительной, считаются неверными. Неверные цифры не пишут.

Обычно записывают приближенное число таким образом, чтобы по его написанию можно было судить о степени точности. При записи числа по принципу Брадиса-Крылова можно считать, что абсолютная погрешность записанного числа равна половине единицы цифры последнего разряда. Например, объем моля газа равен 22,4 л. Абсолютная погрешность при этом равна 0,05 л. Работа выхода электрона из меди равна 4,47 эВ. Абсолютная погрешность работы выхода равна 0,005 эВ и т.д.

Число значащих цифр абсолютной погрешности.

Число значащих цифр абсолютной погрешности определяется значением величины относительной погрешности средней квадратичной ошибки, соизмеримой с абсолютной погрешностью, по следующей формуле:

$$\varepsilon = 1 \Big/ \sqrt{2(N-1)} = 100\% \Big/ \sqrt{2(N-1)} \qquad (1),$$

где ε — относительная погрешность определения средней квадратичной ошибки, примерно равной величине абсолютной погрешности; N — число измерений.

Например: при N=20, $\varepsilon = 1/6 \cong 16\%$, т.е. относительная погрешность определения средней квадратичной ошибки (абсолютной погрешности) вычисляется с точностью примерно равной 16 %. Таким образом, если в абсолютной погрешности первая значащая цифра равна или больше 6, то в окончательном результате следует записывать одну значащую цифру, а если меньше 6 - то две значащие цифры.

Так, если ΔA=0,6217, то в окончательной форме приводим одну значащую цифру, т.е. ΔA=0,7 (с учетом округления абсолютной погрешности с избытком). Если для этого случая ($\varepsilon = 1/6 \cong 16\%$)ΔA=0,5231, то в окончательном виде приводим уже две значащие цифры, т.е. ΔA=0,53 (также с учетом округления с избытком).

При N=10 погрешность определения абсолютной ошибки, вычисляемая по формуле (1), равна $\varepsilon = 1/4 = 25\%$. Следовательно, в окончательной форме необходимо привести одну значащую цифру, если первая значащая цифра абсолютной погрешности равна или больше 4 и две значащие цифры, если первая значащая цифра меньше 4.

Например, если ΔA=0,627, то абсолютную погрешность записываем с точностью до одной цифры ΔA=0,7. Если ΔA=0,248, то в окончательной записи следует привести две значащие цифры, т.е. ΔA=0,25.

При N=5 погрешность определения абсолютной ошибки, вычисляемая по формуле (1), $\varepsilon = 1/2{,}83 \approx 1/3 \approx 34\%$. Следовательно, в окончательной форме необходимо привести одну значащую цифру, если первая значащая цифра абсолютной погрешности равна или больше 3 и две значащие цифры, если первая значащая цифра меньше 3.

Например, если ΔA=0,528, то абсолютную погрешность записываем с точностью до одной цифры ΔA=0,6. Если ΔA=0,243, то в окончательной записи следует привести две значащие цифры, т.е. ΔA=0,25 (также с учетом округления погрешности с избытком).

Практически при числе измерений N≤15 погрешность округляют до одной значащей цифры, если она больше или равна двум и сохраняют две значащие цифры в остальных случаях. Как видно такие рекомендации не совсем точны и носят лишь рекомендательный характер. В любом случае видно, что абсолютная погрешность записывается с точностью до одной или двух значащих цифр.

Запись погрешностей и результатов измерений.

При окончательной записи результатов и погрешностей измерений мы рекомендуем следующее правило:

1. Абсолютную и относительную погрешность необходимо записывать с точностью до двух значащих цифр [7] при округлении с избытком.

2. Число значащих цифр при записи среднеарифметического результата измерений определяется разрядом числа абсолютной погрешности его измерения, т.е. при записи среднего значения измеряемой величины $\langle A \rangle$ необходимо указать все цифры вплоть до последнего десятичного разряда, используемого для записи погрешности.

3. Если абсолютная погрешность составляет единицы последней значащей цифры окончательного результата, то последняя цифра в этом результате является сомнительной, но и её надо записывать. Если же погрешность составляет две значащие цифры, то в этом значении последнюю цифру следует округлить с поправкой [9].

Следует, однако, иметь в виду, что правило №3 часто не выполняют.

Ниже приведены примеры окончательной записи результатов измерений (таблица 2).

Таблица 2.

Неправильная запись	
1	13,83721 ± 0,013
2	353,12 ± 38
3	2748,32 ± 14,65
Почти правильная запись	
4	13,837 ± 0,013
5	353 ± 38
6	2748 ± 15
Правильная запись	
7	13,84 ± 0,013
8	35<u>0</u> ± 38
9	275<u>0</u> ± 15

В восьмой и девятой строках результат следует записать в нормальной форме записи (3,5 ± 0,38)*10^2 и (2,75 ± 0,015)*10^3 (незначащие нули не пишут).

При вычислении результатов по имеющимся измерениям возникает вопрос, сколько знаков нужно сохранять во всех промежуточных расчетах. Практика показывает, что во всех промежуточных расчетах при небольшом числе наблюдений на каждой стадии вычисления число значащих цифр должно быть больше на одну [9] или на две [10], чем их количество в окончательном ответе. В этом случае есть уверенность, что самими вычислениями не вносится заметных ошибок. Если же после вычисления ошибок окажется, что среднее значение измеряемой величины имеет недостаточное число знаков, то все вычисления среднего и его ошибки следует повторить. В этой связи запись в четвертой, пятой и шестой строке таблицы 2 удовлетворяет почти всем требованиям приближенных вычислений, включая и промежуточные расчеты (увеличение числа значащих цифр на одну или две), а также принципу Брадиса-Крылова и поэтому мы рекомендуем создать ГОСТ (или ввести официальные рекомендации) именно этой формы записи расчетов. Что касается решения задач, то окончательные расчеты рекомендуем, если это особо не оговорено, проводить с точностью до трех значащих цифр, независимо от точности исходных данных.

III. Заключение

Таким образом, использование в учебном процессе в технических вузах межпредментых связей является важным аспектом призванным обеспечивать процесс овладения студентами системными познавательными методами.

IV. Список литературы

[1] *Професійна* освіта: Словник: Навч. Посіб / Уклад. С. У. Гончаренко та ін.; За ред. Н. Г. Ничкало.– К.: Вища шк.., 2000.– 308 с.

[2] *Хрусталев А. Ф.* И химику нужна математика / А. Ф. Хрусталев // Химия и жизнь: XXI век. — 1996. — № 1 (пилотный). — С. 78.

[3] *Романцева Л. М.* Сборник задач и упражнений по общей химии / Л. М. Романцева, З. Л. Лещинская, В. А. Суханова. — М.: Высш. шк., 1991. — 288 с.

[4] *Энциклопедия* элементарной математики. Т. 1. — М.; Л.: ГИТТЛ, 1951.— 448 с.

[5] *Любимова Н. Б.* Вопросы и задачи по общей и неорганической химии/Н. Б. Любимова. – М.: Высш. шк. 1990. – 351 с.

[6] *Демкович В. П., Прайсман Н. Я.* Приближенные вычисления в школьном курсе физики. – М.: «ПРОСВЕЩЕНИЕ», 1967. – 112 с.

[7] *Практикум* по физике для фронтального выполнения с элементами программирования: Учеб. пособие/ С. В. Бухман, П. А. Головинский и др.; Под ред. д-р т. - н. А. Л. Гутмана. - Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1989. - 152 с.

[8] *Эссаулова И. А. и др.* Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике: Учеб. пособие для медвузов / Под ред. А. М. Ремизова. - М.: Высш. шк., 1987. - 271 с.

[9] *Кассандрова О. Н., Лебедев В. В.* Обработка результатов наблюдений. - М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1970. - 104 с.

[10] *Вознесенский В. Л.* Первичная обработка экспериментальных данных. - Л.: Наука, 1969. - 84 с.

THE REALIZATION OF INTERSUBJECT BONDS IN THE PROCESS OF EDUCATION OF TECHNICAL UNIVERSITIES' STUDENTS

Slobodyanuk A. A., Khrustalev A. F., Barakin V. V., Lysenko R. B.

Sevastopol National Technical University

Sevastopol, Ukraine

Tel.: (0692) 235168. E-mail: ped@sevgtu.sebastopol.ua

Abstract – The article considers some didactic conditions of activation of students' cognitive interest for the educational work in the institute of higher education.