

УДК 37.022

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРЕЕМСТВЕННОСТИ КУРСА ФИЗИКИ

Половникова Л.Б.

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», филиал, Тобольск,
e-mail: ludmila-polov@mail.ru

В статье показаны результаты исследования эффективности методической системы на основе вводного системного курса физики, в которой преемственность выступает основой построения содержания. Содержание моделируется из базовой части, в которой отражены структурные составляющие их логическое образование физической теории, и вариативной, которая формируется по итогам входной проверки общеучебных компетенций каждого обучающегося. Оценка результативности методической системы преемственности курса физики состояла в изучении влияния вводного раздела классической механики, моделирующего структуру научной организации знаний в физической теории: на развитие системных знаний физических теорий; естественнонаучного мировоззрения; теоретического мышления; влияние индивидуального обучения на развитие способности к самообразованию и саморазвитию. В проводимом эксперименте сопоставлялись результаты одной и той же группы обучающихся, но в разное время (в начале изучения вводного раздела курса физики и при завершении его изучения). Для определения эффективности вводного раздела курса физики и методики его преподавания применялись методы математической статистики, в частности статистический критерий Пирсона (χ^2 -критерий Пирсона), сопоставлялись общеучебные компетенции на начало и конец изучения вводного раздела.

Ключевые слова: образовательные учреждения, профессиональная подготовка инженера, профессиональное становление, преемственность

THE METHODOLOGICAL EFFECTIVENESS EVALUATION OF PHYSICS COURSE CONTINUITY

Polovnikova L.B.

Tyumen Industrial University, branch, Tobolsk, e-mail: ludmila-polov@mail.ru

The article shows the testing results of the effectiveness of the methodological continuity system (on example of an introductory physics course section), in which continuity is the basis for the learning process constructing. The content model of an introductory physics course section is constructed from a base component, illustrating the structure and the logical formation of physical theory elements, and variable, which is determined by the «opening» control results and provides various forms of training study material, personally meaningful for each student. The effectiveness evaluating of the methodological continuity system was to test the effect of system-structured introductory section of classical mechanics, adequate to hypothetical-deductive knowledge organization in the physical theory: on the formation of physical theories knowledge system; knowledge of cognitive actions and skills to apply them in learning activities; natural scientific world forming; theoretical thinking development; the techniques impact of personality-oriented education to development: the capacity for self-development and self-education. In the experiments we compared the results of the same students' group, but at different times (before learning introductory physics course section and after the study). In order to investigate the conclusions reliability about the effectiveness of the developed introductory section of the physics course and its teaching methods, were applied mathematical statistics methods, in particular statistical test Pearson (χ^2 -Pearson criterion), compared to the knowledge of the beginning and the study section finishing.

Keywords: educational institutions, professional engineer training, professional development, continuity

Процесс формирования общекультурных и профессиональных компетенций будущего инженера закладывается в техническом вузе в процессе изучения общепрофессиональных и естественнонаучных дисциплин. Физике отводится особая роль, она для инженерного образования выступает мировоззренческой дисциплиной, формирует научное мышление будущего специалиста. Цель дисциплины направлена на изучение представлений о физических теориях на основе системного подхода, о методах научного исследования природы их взаимосвязи, на развитие теоретического мышления обучающихся [1]. В качестве средства преемственности курса физики

между уровнями средняя общеобразовательная школа – вуз и для готовности обучающихся к изучению физики в вузе может служить вводный раздел, содержание его строится на примере классической механики. Он представляет методическую систему преемственности курса физики [2], в нем преемственность – основа реализации учебного процесса [3]. В модели содержания вводного раздела курса физики представлена базовая составляющая, отражающая структуру и логическое образование составляющих физической теории, и вариативной, определяемой итогами входной проверки сформированных ранее общеучебных компетенций каждого обу-

чающегося. Процесс обучения реализуется через формы, которые соответствуют учебно-познавательной деятельности будущей профессии инженера. Это исследование и изучение информации, анализ полученной информации, создание моделей, конструирование, применение на практике. В ходе чего и идет процесс формирования представлений о фундаментальных физических теориях на основе системного подхода, о научных методах в познавательной деятельности. Исходя из этих задач и определена система средств обучения: традиционный физический эксперимент и средства информационно-коммуникационные – виртуальный лабораторный практикум, электронно-образовательные ресурсы системы поддержки учебного процесса EDUCON Тюменского индустриального университета обучающихся мультимедийные средства.

Цель исследования: по оценке эффективности и результативности разработанной методической системы преемственности курса физики состояла в изучении влияния вводного раздела классической механики, моделирующего структуру научной организации знаний в физической теории, на развитие системных знаний физических теорий; естественнонаучного мировоззрения; теоретического мышления; влияния индивидуального обучения на развитие способности к самообразованию и саморазвитию.

Материалы и методы исследования

В проводимом эксперименте сопоставлялись результаты одной и той же группы обучающихся, но в разное время (в начале изучения вводного раздела курса физики и при завершении его изучения). Для изучения достоверности результатов проверки эффективности разработанного вводного раздела курса физики и методики преподавания этого курса использовались методы математической статистики. Это статистический критерий Пирсона [4, с. 113–141]. Были применены экспериментальные методы исследования: входные и текущие контрольные работы, наблюдения, опросы, собеседования, электронная оценка качества усвоения сведений о физических теориях [5, 6].

Для реализации принципов индивидуального обучения было проведено психолого-педагогическое исследование. Оно было направлено на изучение: 1) уровня творческого резерва личности; 2) способностей к самостоятельному развитию и образованию.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе психолого-педагогического изучения способностей к самостоятельному образованию и развитию установлено, что способности развиваться самостоятельно в целом у обучающихся на среднем уровне; а уровень способности к творческому развитию чуть выше среднего. Результаты

определялись в среднем по группе обучающихся. Но при этом были выявлены обучающиеся, которые требуют индивидуального подхода. Для них все названные показатели отличались от средних: есть студенты с завышенной и заниженной самооценкой своих возможностей. Результаты психологического исследования позволили определить уровень творческого резерва возможностей для каждого обучающегося, способности к самостоятельному развитию и образованию. Это послужило базой к реализации в учебном процессе идеи принципов индивидуализации обучения.

В эксперименте были проведены контрольные мероприятия, которые имели уровневый характер: собеседование, электронная проверка достижений обучающихся, контрольные работы и коллоквиумы, зачеты в устной и письменной форме, экзамены.

Далее приведены результаты диагностики знаний первокурсников в рамках вводного раздела.

Индикатором определения системных представлений о физических теориях на примере классической механики выступали задания из данного раздела в начале изучения курса и по его завершению. Предлагаемый курс содержательно построен на классической механике, так как именно с данного раздела начинается общий курс физики, классическая механика – основа и «язык» физики. Обучающимся были предложены вопросы.

1. Каков предмет изучения классической механики?

2. Назовите содержательные элементы физической теории – «Классическая механика». К какому элементу теории относят законы Ньютона?

3. Назовите примеры теоретических обобщений классической механики?

4. Какие модельные объекты используются в классической механике, каковы их свойства и значение?

5. Закон всемирного тяготения относят к фундаментальным или эмпирическим законам?

6. Возможно ли эмпирическое обоснование второго закона Ньютона, дайте пояснение?

7. На примерах покажите различие эмпирических закономерностей и теоретических законов, основных законов и дедуктивных следствий?

8. В чем значение динамического уравнения движения и динамических переменных механической системы?

Результаты диагностики представлены на рис. 1.

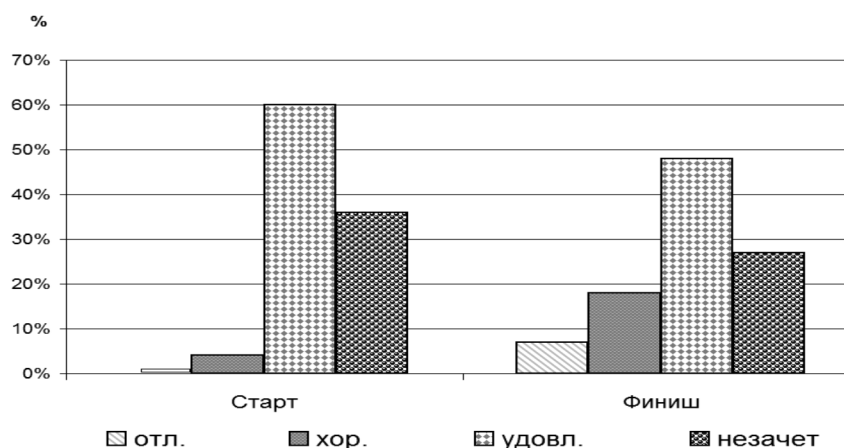


Рис. 1. Результаты диагностики системных представлений о физических теориях на примере классической механики за пять лет (выборка 195 обучающихся)

Для оценки эффективности системных представлений о физических теориях был использован статистический критерий Пирсона – χ^2 .

Проверяемые гипотезы.

H_0 : Уровень системных представлений о физических теориях в начале изучения вводного раздела не отличается от уровня системных представлений о физических теориях по завершению вводного раздела.

H_1 : Уровень системных представлений о физических теориях по завершению изучения вводного раздела выше уровня системных представлений о физических теориях перед изучением вводного раздела.

Алгоритм проверки:

1. Расчет теоретической частоты (f_T).
2. Подсчитана разность между эмпирической и теоретической частотой по каждому разряду.

3. Определено число степеней свободы:

$$v = k - 1 = 4 - 1 = 3.$$

4. Полученные разности возвели в квадрат.
5. Полученные квадраты разностей разделили на теоретическую частоту (последний столбец).

6. Полученная сумма является $\chi^2_{\text{эмп.}}$:

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(f_{\text{эф}} - f_T)^2}{f_T}.$$

Различия между двумя распределениями могут считаться достоверными, если $\chi^2_{\text{эмп.}}$ достигает или превышает $\chi^2_{0,05}$, и тем более достоверными, если $\chi^2_{\text{эмп.}}$ достигает или превышает $\chi^2_{0,01}$.

По полученным расчетам эмпирическое значение превышает критическое значение, ($\chi^2_{\text{эмп.}} > \chi^2_{\text{кр.}}$) расхождения между распределе-

ниями статистически достоверны, H_0 отвергается, верна гипотеза H_1 .

Таким образом, методы математической статистики подтверждают готовность обучающихся к изучению курса общей физики с использованием возможностей разработанного нами вводного раздела на примере классической механики.

Для изучения сформированных практических компетенций, познавательных действий в решении физических задач и анализе их решения, перед изучением предлагаемого раздела и по его завершению обучающимся были предложены разноуровневые задания.

Первого уровня сложности задания направлены на проверку знаний репродуктивного характера: 1) описание свойств тел, явлений, процессов; 2) математическую запись законов; 3) определение физических величин и др. *Задания второго уровня* нацелены на проверку понимания обучающимися физического смысла величин, входящих в физические формулы и формализующие закономерные связи. *Вопросы третьего уровня* проверяли практические компетенции в решении задач, умения объяснять явления, закономерные связи; использовать математические сведения о дифференцировании, интегрировании, логарифмировании, графическом методе описания движения, процессов.

Например, важное значение в методе дифференцирования и интегрирования (метод ДИ) имеют сведения о границах применимости физических законов.

Метод ДИ основан на двух принципах:

- 1) возможности представления закона в дифференциальной форме;
- 2) суперпозиции величин при условии их аддитивности.

Пусть физический закон имеет вид

$$K = LM, \text{ где } L = L(M).$$

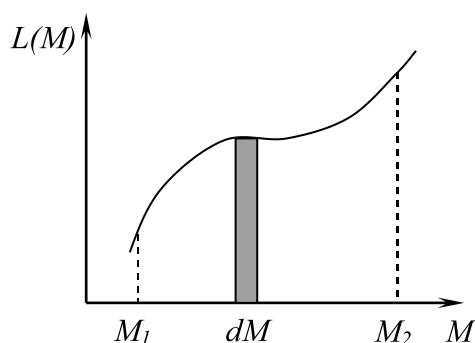


Рис. 2

Условие применимости этого закона: $L = \text{const}$. Выделим столь малый промежуток dM , на котором изменением величины M можно пренебречь (рис. 2), тогда условие применимости закона выполнится. Имеем: $dK = L(M) dM$ – дифференциальная форма закона. Используя принцип суперпозиции, получим

$$K = \int_{M_1}^{M_2} L(M) dM$$

1 этап – нахождение дифференциала искомой величины,

2 этап – производят интегрирование.

Метод ДИ является универсальным и необходимым как при изучении теории, так и при решении задач по физике. Его используют для вычисления работы перемен-

ной силы, моментов инерции, при изучении физических полей и т.д. Математическую основу метода составляют дифференцирование и интегрирование функций и демонстрируется взаимосвязь курса физики и высшей математики.

Данные по выполнению обучающимися уровней заданий с применением в решении задач и их анализе физических понятий, физических законов приведены на рис. 3.

Проведена оценка эффективности методической системы преемственности на основе вводного раздела «Классическая механика» по формированию знаний о физических понятиях, физических законах и умений оперировать понятиями при решении физических задач статистическим критерием Пирсона – χ^2 .

Проверяли гипотезы.

H_0 : Уровень сформированных знаний физических понятий, законов и умений применять их при решении физических задач в начале изучения вводного раздела и по его завершению не различаются.

H_1 : Уровень сформированных знаний физических понятий, законов и умений применять их при решении физических задач по окончании вводного раздела выше уровня знаний физических понятий, законов и умений использовать познавательные действия при решении задач в начале изучения курса. Алгоритм проверки представлен выше.

По полученным расчетам $\chi^2_{\text{эмп}} > \chi^2_{\text{кр}}$ превышает критическое значение, $(\chi^2_{\text{эмп}} > \chi^2_{\text{кр}})$ расхождения между распределениями статистически достоверны, H_0 отвергается, верна гипотеза H_1 .

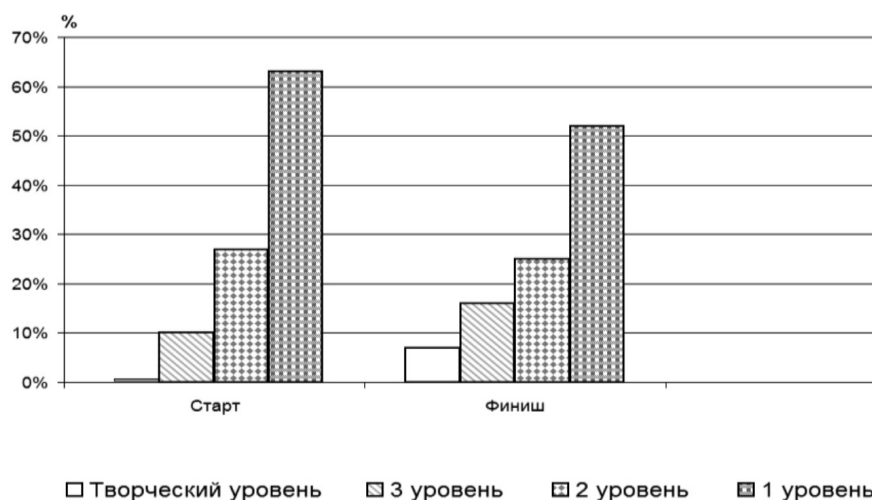


Рис. 3. Результаты выполнения студентами уровней заданий за пять лет (выборка – 195 студентов)

В результате статистической оценки установлено: диагностика знаний физических понятий, физических законов и умений использовать их при решении уровней заданий подтверждает эффективность методической системы преемственности, методики организации и проведения занятий вводного раздела и имеет положительное влияние на развитие индивидуальных особенностей обучающихся.

В ходе практических и лабораторных работ, в процессе самостоятельной работы обучающиеся овладевали практическими компетенциями в области экспериментального исследования механических систем. Итоги исследования сформированных компетенций в экспериментальной работе по эмпирическому обобщению результатов эксперимента представлены на рис. 4.

Эффективность предлагаемого системного вводного раздела по формированию навыков в экспериментальной работе была оценена статистическим критерием Пирсона.

Проверяли гипотезы.

H_0 : Уровни сформированных компетенций в экспериментальной работе по эмпирическому обобщению результатов эксперимента студентов перед изучением вводного раздела и по его завершению не различаются между собой.

H_1 : Уровень сформированных компетенций в экспериментальной работе по эмпирическому обобщению результатов эксперимента по завершению вводного раздела выше уровня сформированных компетенций до изучения вводного раздела. По полученным расчетам $\chi^2_{\text{эмп}}$ превышает критическое значение, $(\chi^2_{\text{эмп}} > \chi^2_{\text{кр}})$ расхождения между распределениями статистически достоверны, H_0 отвергается, верна гипотеза H_1 .

Статистическая оценка результатов диагностики сформированных компетенций в экспериментальной работе по эмпирическому обобщению результатов эксперимента подтверждает эффективность предлагаемого вводного раздела.

Психолого-педагогическое исследование по проверке влияния индивидуального обучения на развитие: 1) способности к самообразованию и саморазвитию; 2) потребности в достижении успеха; 3) по проверке эффективности разработанной методики организации и проведения системы занятий вводного раздела курса физики на развитие индивидуальных особенностей обучающихся – проводился по завершении курса по тем же тестам, которые предлагались студентам перед изучением курса.

Разработанная система мероприятий, направленная на реализацию принципов индивидуального обучения, позволила обучающимся эффективнее усваивать учебный материал курса физики в вузе. Что подтверждается контрольными мероприятиями в ходе изучения физики как при внутренней оценке, так и внешней. Так, например, участие обучающихся в Федеральном экзамене профессионального обучения, организуемом НИИ мониторинга качества образования, показывает положительную динамику обученности. Уровень обученности студентов не ниже второго составляет – 93 %.

Заключение

Таким образом, анализ результатов обучающего эксперимента убедительно подтверждает высказанное предположение об эффективности целенаправленной работы по осуществлению преемственных связей в условиях индивидуального обучения.

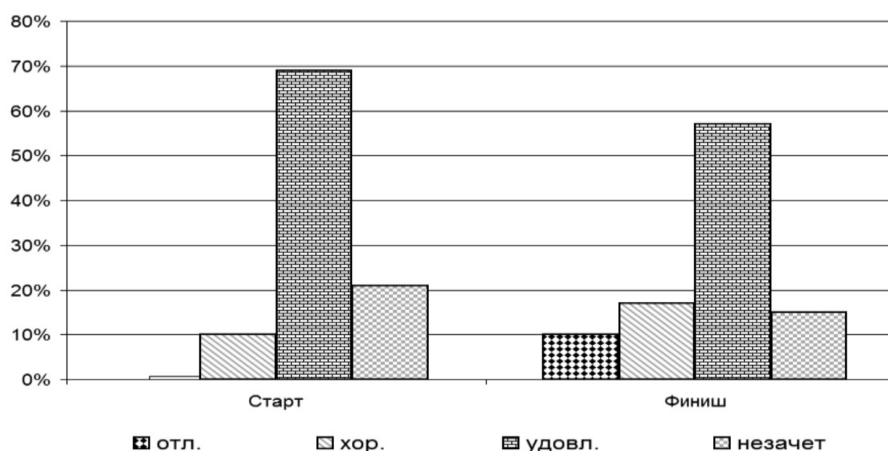


Рис. 4. Результаты исследования сформированных компетенций в экспериментальной работе по эмпирическому обобщению результатов эксперимента за пять лет (выборка – 195 студентов)

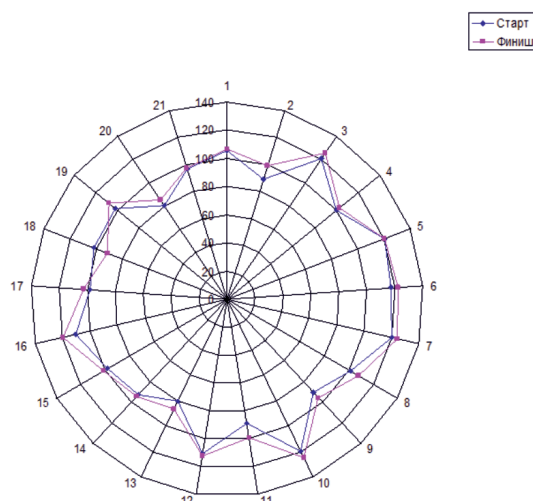


Рис. 5. Данные об оценке уровня творческого потенциала личности студентов

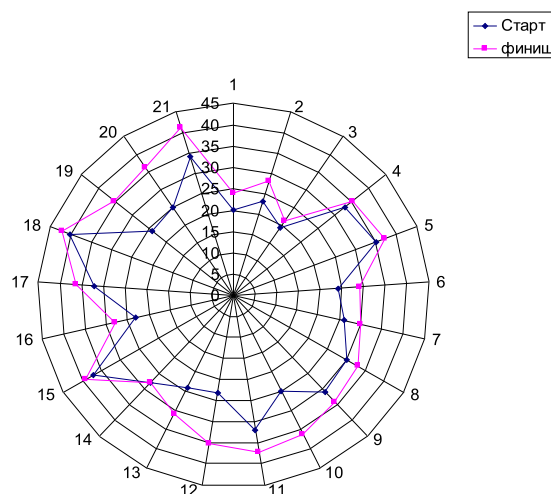


Рис. 6. Данные об оценке способности студентов к саморазвитию, самообразованию

Проведенное исследование показало, что вводный раздел классической механики, соответствующий по своей структуре научной организации знаний в физической теории: способствует формированию системных знаний физических теорий; формированию естественнонаучного мировоззрения; развитию теоретического мышления; развитию способности к саморазвитию и самообразованию, целостному восприятию компонентов физической и естественнонаучной картины мира. Это способствует реализации преимущественности физического образования школа – вуз, успешному освоению физики в техническом вузе.

Список литературы

1. Казаков Р.Х. Концепция состояния физической системы как фактор формирования системного курса общей физики // Мир науки, культуры, образования. 2015. № 2 (51). С. 61–65.
2. Никитина Т.В. Проведенческий курс физики как средство реализации отсроченной коррекции знаний и умений студентов педагогического вуза // Мир науки, культуры, образования. 2011. № 6–1 (31). С. 146–151.
3. Половникова Л.Б. Методическая система преемственности курса физики технического вуза на примере вводного раздела «Механика» // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13313> (дата обращения: 06.05.2019).
4. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. СПб.: Речь, 2002. 350 с.
5. Беспалько В.П. Критерии оценки знаний учащихся и пути оптимизации процесса обучения. М.: Знание, 2011. 178 с.
6. Андреев В.И. Педагогика. Учебный курс для творческого саморазвития. 4-е изд. Казань: Центр инновационных технологий, 2012. 608 с.