



ПРОФЕССИОНАЛИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Формирование начальных навыков проектной деятельности у будущих учителей физики на практикуме


Юлия Николаевна Радачинская

Старший преподаватель кафедры алгебры, анализа и методики преподавания математики
Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова
Элиста, Россия
yulia.050570@mail.ru
 0000-0000-0000-0000

Светлана Сангаджиевна Мучкаева

Доцент кафедры алгебры, анализа и методики преподавания математики
Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова
Элиста, Россия
muchkayeva2022@bk.ru
 0000-0002-2382-6791


Татьяна Борисовна Гольдварг

Доцент кафедры экспериментальной и общей физики
Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова
Элиста, Россия
tgoldvarg@bk.ru
 0000-0002-4838-8783

Поступила в редакцию 15.10.2023

Принята 10.11.2023

Опубликована 15.12.2023

 10.25726/e4428-8084-6874-j

Аннотация

Подготовка учителя физики включает очень широкий набор умений и навыков, связанных с пониманием предмета, с умением решать задачи различного уровня сложности, планировать и ставить лабораторный эксперимент. Последнее предполагает свободное владение основными концепциями математической статистики для критической оценки данных, что может быть использовано и при формировании навыков проектной деятельности студентов. Для того, чтобы подготовить студента к самостоятельной или групповой работе над проектом необходимо уже на младших курсах научить его формулировать учебную задачу, составить план выполнения и проводить анализ полученных результатов. Весь этот цикл эффективнее всего реализовать с привлечением нескольких дисциплин. В данной статье рассмотрено введение на лабораторных занятиях по механике элементов математической статистики на всех этапах экспериментирования, что делает изучение обеих дисциплин более мотивированным, а также позволяет развить навыки проектной деятельности. Студент ищет оптимальную стратегию, отбирает самое важное и чувствует в работе команды, параллельно фокусируется внимание на информации, интересной или потенциально полезной для изучаемого явления. Особое место при этом занимает выбор оборудования для решения поставленной задачи.

Ключевые слова

физическое образование, планирование эксперимента; математическая статистика, проектная деятельность.

Введение

Современные стандарты высшего образования, а последние десятилетия претерпели целый ряд изменений, часть которых отразилась на требованиях к будущему выпускнику (Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации, 2018). Все больше внимания уделяется не просто формированию у студента некоторого набора практических навыков – компетенций, а подготовке специалиста, готового самостоятельно ставить и решать задачи конкретной профессиональной деятельности (Глотова, 2014). Эта концепция требует разработки и использования таких образовательных технологий, которые бы позволили изменить представления студента об процессе обучения. С этой целью в учебные планы всех направлений вводятся дисциплины, связанные с проектной деятельностью (Фоминых, 2023). Но уже ранее стали появляться работы, посвященные вопросам организации проектной деятельности на различных видах занятий в вузе (Данчук, 2018), Надо отметить, что новые стандарты среднего образования тоже включают подготовку различных проектов (например, (Харитоновна, Ипкаева, Мишина, 2018), что должно обеспечить непрерывность образования.

При выполнении лабораторных работ задача уже изначально дана и наиболее трудным с методической точки зрения является обучение студентов планированию эксперимента для решения поставленной проблемы (начальный этап) и объяснение результатов в конце. На этапе самостоятельной формулирования гипотезы, необходимо основываться на информации, полученной ранее на занятиях или из других источников, что является проверкой умения не только сбора, но и использования знаний. В представленной статье рассмотрены особенности обработки данных эксперимента по определению величины ускорения свободного падения при колебательном движении с помощью математического и физического маятников. Здесь одна из важных ролей принадлежит математической статистике, которая помогает учесть все факторы и сравнить приборы и методы экспериментального исследования. На финальном этапе работы обучающийся учиться излагать свои мысли научно, акцентируя внимания на сути процесса и результатах. Все эти элементы проектной деятельности в дальнейшем студент сможет использовать при работе над большим проектом.

Материалы и методы исследования

Статистика является неотъемлемой частью количественного исследования природных процессов. Так как именно математическая интерпретация позволяет не только получить информацию об измеряемой величине, но и сделать качественную оценку самих измерений и помочь в последующем анализе и моделировании физических явлений. Поэтому использование статистических расчетов при проведении лабораторных работ является важным элементом обобщения наблюдений, например, вычисление среднего значения, которое обеспечивает оценку истинного среднего значения (Краснов, 2022).

Этот раздел математики обладает обширным спектром различных методов обработки экспериментальных данных, например, регрессионный анализ может быть использован для получения связи между двумя переменными (Беговщиц, Колинко, Миатов, Храбров, 1996). А для изучения выборочных данных одной переменной часто используется дисперсионный анализ. Так, в работе (Гольдварг, Радачинская, 2022) исследуются измерения одной и той же величины на нескольких одинаковых приборах с целью расширения представлений студентов естественно-научных направлений о возможностях использования дисперсионного анализа при тестировании приборов. Другим важным приложением этого математического метода является нахождение неопределенности при измерении одной переменной в различных условиях или на различных приборах. Это может быть использовано в дальнейшем для оценки ошибки измерения при построении математической модели.

Результаты и обсуждение

Когда абитуриент выбирает направления, связанные с физикой, он понимает что его будущая профессия и учеба будет тесно связана с экспериментированием. Еще в школе на физике в средних классах становится понятно, что даже идеально спланированный эксперимент, который проводится людьми с острым зрением и слухом, не допускающими промахов – не совершенен. Эта объективная реальность связана не только с ограниченностью наших органов чувств (что можно исправить с помощью более совершенного оборудования), но и с принципиальной невозможностью точных наблюдений. Поэтому при проведении лабораторных работ ответом всегда является измеренное значение плюс/минус погрешность измерения (Митин, Русаков, 1998).

Погрешность измерения – интегративный показатель, включающий весь спектр влияющих на измеренную величину факторов. Задача уменьшения ошибок различного рода является важной для физического эксперимента, поскольку от этого зависит как точность измерений, так и адекватность модели при анализе и прогнозировании изучаемого явления (Тонких, 2017).

Для эксперимента важно обеспечить однородность выборки, то есть в данном случае наблюдения должны проводится при одних и тех же условия: в данном случае в одной и той же лаборатории и измерение времени и длины необходимо осуществлять одними и теми же приборами – металлическая линейка и электронный секундомер, который автоматически считывает число колебаний и время за которое они произошли (рис. 1).



Рисунок 1. Лабораторная установка для нахождения ускорения свободного падения с помощью маятников

Кроме этого, важно выбирать схожие лабораторные методы – здесь используются гармонические колебания различных маятников. Таким образом, для дисперсионного анализа остаётся только один, последний фактор, который мы и будем исследовать.

Проверка статистической гипотезы о равенстве дисперсий при определении ускорения свободного падения двумя приборами.

Дисперсия характеризует очень важные показатели: точность измерительных процессов, приборов, станков, методов, степень однородности совокупностей.

Из нормальных совокупностей X_1 и X_2 взяты независимые выборки объемами n_1 и n_2 с дисперсиями D_{x1} и D_{x2} . Пусть обозначения выборок связано с тем, что $D_{x1} > D_{x2}$. Требуется проверить гипотезу о равенстве генеральных дисперсий на уровне значимости α . Конкурирующую гипотезу возьмем по правосторонней критической области.

$$H_0: D(X_1)=D(X_2) \alpha$$

$$H_1: D(X_1) > D(X_2)$$

В качестве оценок генеральных дисперсий будем рассматривать исправленные дисперсии:

$$S_{x1}^2 = \frac{n_1}{n_1 - 1} D_{x1}, S_{x2}^2 = \frac{n_2}{n_2 - 1} D_{x2}$$

В качестве критерия проверки гипотезы используем критерий Фишера- Снедекора с $k_1=n_1-1$ и $k_2=n_2-1$ степенями свободы:

$$F = \frac{S_{x1}^2}{S_{x2}^2}, S_{x1}^2 > S_{x2}^2$$

Если $F_{набл} < F_{кр}(\alpha, k_1=n_1-1, k_2=n_2-1)$, то гипотеза H_0 принимается и есть основание считать генеральные дисперсии совокупностей одинаковыми (Трофимова, Кисляк, Гилёв, 2018).

Применим данный метод к следующему вопросу физического практикума:

Ускорение свободного падения $g=9,8 \text{ м/с}^2$ можно вычислить различными способами, например, с помощью обратного маятника или математического маятника. Группа студентов провели эксперимент по 6 измерениям каждым методом. Условия будут даны в расчетных таблицах. Получены результаты измерений. Требуется ответить на вопрос: обеспечивают ли два данных прибора (два метода) достаточную точность эксперимента, значимо или нет, различаются результаты опытов и можно ли считать оба прибора хорошими средствами для опытного измерения величины ускорения свободного падения?

Приводим данные и расчетные таблицы по опытным данным для двух приборов. Можно считать, опираясь на закон больших чисел, распределение средних величин нормальными.

Расчетная таблица № 1, по опытным данным, измеренным с помощью обратного маятника:

$$g = \frac{4\pi^2 l_{пр}}{T^2}$$

Таблица 1. Данные обратного маятника

№ опыта	$l, \text{ (см)}$	T	g
1	40	1,25	10,096
2	40	1,25	10,096
3	40	1,25	10,096
4	40	1,229	10,427
5	40	1,23	10,427
6	40	1,23	10,427

Расчетная таблица № 2, по опытным данным, измеренным с помощью математического маятника:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

Таблица 2. Данные математического маятника

№ опыта	$l, \text{ (см)}$	T	g
1	40	1,291	9,465
2	40	1,287	9,524
3	40	1,283	9,584
4	30	1,104	9,707

5	30	1,102	9,742
6	30	1,104	9,707

Исследуем статистическим методом вопрос о том значимо или нет различаются результаты эксперимента и можно ли считать использование этих двух приборов в равной степени полезным.

Рассмотрим две выборочные совокупности полученных значений величины ускорения свободного падения:

$$BC(X_1) = \{10,096; 10,096; 10,096; 10,427; 10,427; 10,427\}, n_2=6$$

$$BC(X_2) = \{9,465; 9,524; 9,584; 9,707; 9,742; 9,707\}, n_1=6;$$

Применим критерий Фишера- Снедекора к проверке гипотезы о равенстве дисперсий генеральных совокупностей признаков X_1 и X_2 .

Определим числовые характеристики выборок- выборочное среднее, выборочную дисперсию и исправленную дисперсию:

$$\begin{aligned}\bar{x}_{B1} &= \frac{1}{6} (10,096 + 10,096 + 10,096 + 10,427 + 10,427 + 10,427) = \\ &= \frac{61,569}{6} = 10,2615\end{aligned}$$

$$D_{B1} = \frac{1}{6} (10,096^2 + 10,096^2 + 10,096^2 + 10,427^2 + 10,427^2 + 10,427^2) - (10,2615)^2 = 0,033$$

$$S_{B1}^2 = \frac{n_1}{n_1 - 1} D_{B1} = \frac{6}{6 - 1} 0,033 = 0,0396$$

$$\bar{x}_{B2} = \frac{1}{6} (9,465 + 9,524 + 9,584 + 9,707 + 9,742 + 9,707) = \frac{57,729}{6} = 9,6215$$

$$D_{B2} = \frac{1}{6} (9,465^2 + 9,524^2 + 9,584^2 + 9,707^2 + 9,742^2 + 9,707^2) - (9,6215)^2 = 0,011$$

$$S_{B2}^2 = \frac{n_1}{n_1 - 1} D_{B1} = \frac{6}{6 - 1} 0,011 = 0,013$$

$$S_{B1}^2 = 0,0396 > S_{B2}^2 = 0,013$$

Постановка задачи:

$$H_0: D(X_1)=D(X_2) \alpha = 0,01$$

$$H_1: D(X_1)>D(X_2)$$

$$F = \frac{S_{x1}^2}{S_{x2}^2}$$

$$F_{набл} = \frac{S_{x1}^2}{S_{x2}^2} = \frac{0,0396}{0,013} = 3,05, S_{x1}^2 > S_{x2}^2$$

$$F_{критич.} = F(k_1 = n_1 - 1, k_2 = n_2 - 1, \alpha)$$

$$F_{критич.} = F(k_1 = 5, k_2 = 5; 0,01) = 10,97$$

$$F_{набл} = 3,05 < F_{критич.} = 10,97$$

Вывод. Наблюдаемое значение критерия Фишера – Снедекора меньше критического. Это означает, что нулевая гипотеза принимается. Оба прибора можно считать пригодными для определения физической величины- ускорения свободного падения в условиях лабораторного опыта. По результатам исследования можно утверждать, что оба метода обеспечивают незначимые расхождения в результатах.

Полученный вывод помогает студентам делать заключение об использовании того или иного лабораторного оборудования при изучении различных величин, что в последствии может быть использовано ими при организации школьного физического эксперимента.

Заключение


Физический эксперимент при подготовке учителей физики играет важную роль. Изменения в учебной программе по физике в вузе направлены на развитие навыков, необходимых для организации не только учебной и воспитательной но и проектной деятельности. Это требует изменение в подходах к преподаванию, в том числе включение элементов проектной деятельности на практических и лабораторных занятиях. Как показали наши исследования, при проведении лабораторных работ в курсе механики, внедрение методов математической статистики, а именно дисперсионного анализа помогает студентам при выборе не только адекватного оборудования для решения той или иной поставленной задачи, но и развитию навыков анализа, обобщения и прогнозирования после получения результатов. Таким образом, повышается эффективность обучения и формирования ключевых навыков профессиональной деятельности.

Список литературы


1. Беговщиц В.Н., Колинько К.А., Миатов О.Л., Храбров А.Н. Использование метода линейной регрессии для обработки данных нестационарного аэродинамического эксперимента // Ученые записки Центральный аэрогидродинамический институт им. профессора Н.Е. Жуковского. 1996. №3-4. С. 30-37.
2. Глотова Е.Е. Требования работодателей к выпускникам вузов: компетентностный подход // Человек и образование. 2014. №4 (41). С. 185-187.
3. Гольдварг Т.Б., Радачинская Ю.Н. Элементы дисперсионного анализа в физическом практикуме // Управление образованием: теория и практика. 2022. № 11 (57). С. 179-184.
4. Данчук И.И. Роль проектного обучения в подготовке выпускников современного вуза // Педагогический журнал. 2018. Т. 8. № 5А. С. 101-108.
5. Краснов А.Ю., Статистические методы в инженерных исследованиях. СПб: Университет точной механики и оптики, 2022. 119 с.
6. Митин И.В., Русаков В.С. Анализ и обработка экспериментальных данных: Учебно-методическое пособие для студентов младших курсов. М.: Физический Факультет. Московский государственный университет. 1998. 44 с.
7. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования 44.03.01. 2018. № 121. 12 с. URL: https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/440301_B_3_15062021.pdf
8. Тонких А.П. Проектная деятельность в курсе обучения математике будущего учителя начальных классов: компетентностный подход // Вестник Брянского государственного университета. 2017. № 2(32). С. 286-292.
9. Трофимова Е.А., Кисляк Н.В., Гилёв Д.В. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. Пособие. Федер. ун-т. Екатеринбург. Изд-во Урал. 2018. 160 с.
10. Фоминых С.О. Особенности организации проектной деятельности будущих учителей физики в условиях технопарка // Казанский педагогический журнал. 2023. №1 (156). С. 76-82.
11. Харитоновна А.А., Ипкаева Л.А., Мишина А.А. Методика проектно-исследовательской деятельности учащихся на уроках физики // Russian Journal of Education and Psychology. 2018. №3. С. 127-139.

Formation of initial skills in project activities among future physics teachers at a workshop


Yulia N. Radachinskaya

Senior Lecturer at the Department of Algebra, Analysis and Methods of Teaching Mathematics
Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov
Elista, Russia
yulia.050570@mail.ru
 0000-0000-0000-0000

Svetlana S. Muchkaeva

Associate Professor of the Department of Algebra, Analysis and Methods of Teaching Mathematics
Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov
Elista, Russia
muchkayeva2022@bk.ru
 0000-0002-2382-6791


Tatyana B. Goldvarg

Associate Professor, Department of Experimental and General Physics
Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov
Elista, Russia
tgoldvarg@bk.ru
 0000-0002-4838-8783

Received 15.10.2023

Accepted 10.11.2023

Published 15.12.2023

 10.25726/e4428-8084-6874-j

Annotation

The preparation of a physics teacher includes a very wide range of skills related to understanding the subject, the ability to solve problems of various levels of complexity, plan and perform a laboratory experiment. The latter presupposes fluency in the basic concepts of mathematical statistics for critical evaluation of data, which can also be used in the formation of skills students' project activities. In order to prepare a student for independent or group work on a project, it is necessary, already in the junior years, to teach him to formulate an educational task, draw up an implementation plan and analyze the results obtained. This entire cycle is most effectively implemented with the involvement of several disciplines. This article discusses the introduction of elements of mathematical statistics at all stages of experimentation in laboratory classes in mechanics, which makes the study of both disciplines more motivated, and also allows you to develop skills in project activities. The student looks for the optimal strategy, selects the most important and participates in the work of the team, while at the same time focusing on information that is interesting or potentially useful for the phenomenon being studied. A special place is occupied by the choice of equipment to solve the task.

Keywords

physics education, experiment planning; mathematical statistics, project activities.

References

1. Begovshchic V.N., Kolin'ko K.A., Miatov O.L., Hrabrov A.N. Ispol'zovanie metoda linejnoy regressii dlya obrabotki dannyh nestacionarnogo aerodinamicheskogo eksperimenta // Uchenye zapiski Central'nyj aerogidrodinamicheskij institut im. professora N.E. Zhukovskogo. 1996. №3-4. S. 30-37.

2. Glotova E.E. Trebovaniya rabotodatelej k vypusnikam vuzov: kompetentnostnyj podhod // CHelovek i obrazovanie. 2014. №4 (41). S. 185-187.
3. Gol'dvarg T.B., Radachinskaya YU.N. Elementy dispersionnogo analiza v fizicheskom praktikume // Upravlenie obrazovaniem: teoriya i praktika. 2022. № 11 (57). S. 179-184.
4. Danchuk I.I. Rol' proektnogo obucheniya v podgotovke vypusnikov sovremennogo vuza // Pedagogicheskij zhurnal. 2018. T. 8. № 5A. S. 101-108.
5. Krasnov A.YU., Statisticheskie metody v inzhenernyh issledovaniyah. SPb: Universitet tochnoj mekhaniki i optiki, 2022. 119 s.
6. Mitin I.V., Rusakov V.S. Analiz i obrabotka eksperimental'nyh dannyh: Uchebno-metodicheskoe posobie dlya studentov mladshih kursov. M.: Fizicheskij Fakul'tet. Moskovskij gosudarstvennyj universitet. 1998. 44 s.
7. Prikaz Ministerstva obrazovaniya i nauki Rossijskoj Federacii. Federal'nyj gosudarstvennyj obrazovatel'nyj standart vysshego obrazovaniya 44.03.01. 2018. № 121. 12 s. URL: https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/440301_B_3_15062021.pdf
8. Tonkih A.P. Proektnaya deyatel'nost' v kurse obucheniya matematike budushchego uchitelya nachal'nyh klassov: kompetentnostnyj podhod // Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta. 2017. № 2(32). S. 286-292.
9. Trofimova E.A., Kislyak N.V., Gilyov D.V. Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika: ucheb. Posobie. Feder. un-t. Ekaterinburg. Izd-vo Ural. 2018. 160 s.
10. Fominyh S.O. Osobennosti organizacii proektnoj deyatel'nosti budushchih uchitelej fiziki v usloviyah tekhnoparka // Kazanskij pedagogicheskij zhurnal. 2023. №1 (156). S. 76-82.
11. Haritonova A.A., Ipkaeva L.A., Mishina A.A. Metodika proektno-issledovatel'skoj deyatel'nosti uchashchihsya na urokah fiziki // Russian Journal of Education and Psychology. 2018. №3. S. 127-139.