ISSN 2310-3353

«А. БАЙТҰРСЫНОВ
АТЫНДАҒЫ ҚОСТАНАЙ ӨҢІРЛІК
УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

ҚМПИ ЖАРШЫСЫ

ҒЫЛЫМИ-ӘДІСТЕМЕЛІК ЖУРНАЛ
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№ 4
2022

2. Юревич А.В., Нравственное воспитание современного российского общества//, Психологический журнал, 2009 г., том 30, №3, с. 107 – 117.

Материал поступил в редакцию: 14.09.2022

ГЛАДОВ, Ю.В.
Л.РОН ХАББАРД ОҚУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ ДАМУДА

Мақала Л.Р. Хаббардтың "оқу технологиясына" және оның инженерлік білім берудегі негізгі ережелерін дамытуға, атап айтқанда "инженерлік білім берудің оқу технологиясына", энергетикада да, Ресейдің де, кез-келген мемлекеттің де адам капиталын молайтуға арналған.

***Түйінді сөздер:** инженерлік білім, адами капитал. Ресей, КСРО.*

GLADOV, YU.V.
L. RON HUBBARD LEARNING TECHNOLOGY IN DEVELOPMENT

Clause is devoted " to Educational technology " Л. РХаббарда and development of its(her) basic rules(situations) in engineering education in " of Educational technology of engineering education " for reproduction of the human capital both in power, and in any industry of Russia and any state.

***Key words:** engineering education, human capital. Russia, USSR.*

УДК: 517.312, 517.951

Жуманова, А.К.
магистрант второго курса
по специальности «7M01501-Математика»,
Университет имени Сулеймана Демиреля,
Каскелен, Казахстан

СТРАТЕГИЯ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СТУДЕНТАМИ БАКАЛАВРИАТА ПО ПРОИЗВОДНЫМ

Аннотация

Производные – один из объектов исчисления, которое имеет множество применений в различных науках. Целью данного исследования было изучить знания студентов бакалавриата разных специальностей, в особенности инженерная специальность. Сбор данных осуществлялся с помощью двух разновидностей в масштабе научных исследований, такие как: малые группы и большие группы участников в проведении анкет и опросов. Данное исследование базировалось на анализе сравнения в основе трех основных исследований и не содержит собственный эмпирический материал. В число этих работ входят статьи следующих авторов: Wahyu Widada, Verónica Díaz Quezadau Saeid Haghjoo в которых указываются «Производные» в качестве преобладающей области изучения и идет упор на результаты анкет и тестов. В «Диагностической оценке и результатах» было выявлено трудности из теоретической базы, из чего было определено наличие трудностей в решении задании, в которых преобладают математические термины. Метод исследования – анализ сравнения. Данные были проанализированы сравнительно от первоначального уровня и последнего результата и таким образом, при сравнении вышеперечисленных работ мы получили стратегию обучения для улучшения решения задач по производным. Данная разработка соответствует базовой концепции о производных, применимой ко многим другим областям в университетских учебных программах по математике, инженерии и другим наукам.

***Ключевые слова:** производные, математический анализ, стратегия обучения, уровень, анализ.*

1 Введение

Исследователи считают, что исчисление (математический анализ) – одно из важнейших достижений человеческого интеллекта и отличительная черта развития математики сегодня [1]. Гибкость использования исчисления можно увидеть в способности сводить сложные проблемы к простым процедурам в самых разных областях знаний, таких как математика, инженерное дело, социальные науки, физика и прочие [2]. Однако в соответствии с заключением Dorier исчисление входит в два основных предмета, которые трудно изучать студентам естественных наук в числе с линейной алгеброй. Следует добавить, что студенты часто могут решать задачи, связанные с правильным применением правил или алгоритмических процедур, но, тем не менее, испытывают трудности, когда им приходится решать нестандартные задачи, связанные с пониманием концепцийодной из основных частей исчисления-производных. В свою очередь перед современной системой образования стоит задача подготовки специалиста нового типа с широким кругозором, ориентированного на непрерывную деятельность, имеющего стремление к самосовершенствованию и реализации своих знаний [3]. Таким образом, нужно уделять особенное внимание исправлению их непонимания. Это нужно, чтобы студенты не путались в понимании исчисления и решении задач по нему. Имеется ряд исследований, в которых было раскрыто, что в процессе преподавания этих курсов по высшей математике возникают разные трудности – педагогические, эпистемологические, даже психологические(Claudio Fuentealbaetal., 2018; Wahyu Widadaetal., 2020;Saeid Haghjooetal., 2021).

D. Bressoud [4] дает одно из первых описаний трудностей, которые испытывают студенты при работе с производными и было проведено множество исследований мышления студентов о понятиях производных авторами Berry&Nyman[5]. В дальнейшем эта мысль получила свое развитие в работе Verónica Díaz Quezada под названием «Difficulties and Performancein Mathematics Competences: Solving Problems with Derivatives» [7] и автор упоминует, что когда студенты в целом были компетентны в вычислении производных, были обнаружены значительные трудности по курсу и представлению этого математического объекта. Они часто были связаны с недостаточным или неправильным пониманием пределов, отношения, функции и пропорциональности. По мнению автора данной статьи, студентам нужно развивать такие качества, как решение задач с использованием производных, но прежде всего им необходимы базовые знания из средней школы, поддерживающие вывод производных, как алгебра, геометрия и тригонометрия. В разных странах преподаватели математики предпринимают усилия по перестройке преподавания курса исчисления. В данной работе, в частности, представлено исследование студентов таких стран, как Индонезия, Чили и Иран. Следует отметить, что производные многообразно представлены в учебных программах по математике в разных странах. Схожая концепция представлена в учебниках по математике Казахстана в 10 классе, а также более углубленно в учебной программе бакалавриата университетов на первом курсе. В то время как в западных странах чаще всего есть в программе большинства профессий только начиная с первого курса. Несмотря на актуальность производных, до сих пор темой оживленных дискуссий является – как добиться понимания студентами университета основных понятий этого курса. Исследовательские вопросы данной статьи заключаются в следующем:

- Обладают ли студенты бакалавриата математическими компетенциями, необходимыми для выполнения задач с применением производных?
- Анализируя рассматриваемые исследования, какую стратегию в обучении производных можно получить?

Таким образом, мы намерены углубить понимание того, как формируется концепция производных в сознании студентов, чтобы в будущем эта информация способствовала решению проблем, связанных с обучением.

ISSN 2310-3353 ISSN 2310-3353

2 Материалы и методы

Данная работа базируется на анализе сравнения трех основных исследований и имеет описательный характер, поскольку в нем анализируются разные методы из учебных планов нескольких стран в процессе обучения производной. Работа была поделена на две части по количеству испытуемых студентов, в связи с этим малые группы начинаем с исследований Wahyu Widada и Verónica Díaz Quezada (2020). В первом из них выбран только один испытуемый и подробно рассматривается когнитивный процесс применения производных с помощью теории APOS и сбор данных был проанализирован с помощью генетического декомпозиционного анализа. Теория APOS начинается с гипотезы о том, что математические знания заключаются в склонности учащегося справляться с воспринимаемыми математическими проблемными ситуациями путем конструирования умственных действий, и также процессов для осмысления ситуаций и решения проблем. Во втором исследовании рассматривается группа из 41 студента инженерных специальностей, таких как: пищевая инженерия, компьютерная инженерия и коммерческая инженерия. В качестве основной диагностической оценки взят тест PSU, также указаны трудности при изучении производных и виды математических компетенций.

В число большой группы входит исследование Saeid Haghjoo (2021), в котором был проведен тест для определения понимания студентами бакалавриата инженерных и фундаметальныхнаук в концепции производной. В данном исследовании участники были отобраны посредством многоступенчатой случайной кластерной выборки и составила 604 студента из 9 разных университетов. Также ответы студентов оценивались по пятибалльной шкале Лайкерта и дополнительно анализировались.

3-4 Результаты и обсуждение

Диагностическая оценка и результаты

Как уже упоминалось в первом исследовании *Wahyu Widada* [6] объектом данного исследования стал 1 студент и акцентируется на интервью, основанном на задании автора данной работы, который руководствовался другими инструментами в виде листа с заданием по проблеме графического эскиза нестандартной функции и листа с заданием по производным. Студента попросили нарисовать график функции h, удовлетворяющий следующим условиям [6;2]:

$$h(0) = 2, h'(-2) = h'(3) \text{ и } \lim_{x\to\infty} h'(x) = \infty;$$
$$h'(x) > 0, \text{если } -4 < x < -2;$$
$$h'(x) < 0, \text{если } x < -4 \text{ и } x > 3;$$
$$h''(x) < 0, \text{если } x < -4, -4 < x < -2 \text{ и } 0 < x < 5;$$
$$h''(x) > 0, \text{если } -2 < x < 0 \text{ и } x > 5;$$
$$\lim_{x\to-\infty} h(x) = \infty \text{ и } \lim_{x\to\infty} h(x) = -2.$$

В задаче необходимо указать следующие шаги: нарисовать график функции (заданы только аналитические свойства); найти первую и вторую производную; указать предел и непрерывность. Кроме этого исследуется, как влияют когнитивные процессы студента в понимании производной и применение производной для построения графиков функций. Студент отвечал на вопросы клинического интервью с помощью вводных вопросов, связанных с решением задач, и данные были проанализированы с помощью генетического декомпозиционного анализа.

Генетический декомпозиционный анализ – это анализ структурированной коллекции умственных действий, которые строят категории для описания того, как данные концепции могут быть разработаны в сознании индивида. Также умственные конструкции представляют собой действия, процессы, объекты и схемы, которые образуют теоретическую основу теории APOS. Эта теория может быть использована непосредственно при анализе данных о схематическом поведении человека. Само исследование поделено на 3 фрагмента из пройденного интервью, далее указывается их диалог, где И-интервьюер (автор) и С-студент. Важно отметить, что далее рассматриваются только отрывки из каждого фрагмента данного интервью и анализ по результату.

Отрывок из первого фрагмента:

И: Пожалуйста, прочитайте и поймите задачу, которую я дал, затем решите ее.

С: Да! (С. кивает, затем читает и анализирует задачу около 5 минут)

И: Хорошо! Теперь, пожалуйста, объясните, что вы делаете!

С: Я сначала посмотрю на данные интервалы, где он идет вверх, где вниз, и нужно посмотреть свойства. (С, указывая на свою работу)

Отрывок из второго фрагмента:

С: Прежде всего для интервала $-4 < x < -2$; Существуют два возможных случаев, а именно $h'(x) > 0$, что означает, что график возрастает, и при условии- $h'(x) < 0$, что означает, что функция убывает.

П: Хорошо!

С: Тогда я увижу, что для интервала $x < -4$ также есть два условия, а именно $h'(x) < 0$ и $h''(x) < 0$, что означает, что кривая идет вниз вправо, также вогнута вниз, я сначала нарисовал это, а затем объединил это в одно целое. [С. строит график для интервала $x < -4$ в соответствии с выражением]

Отрывок из третьего фрагмента:

С: От -4 до -2 кривая поднимается и вогнут вниз, а от -2 до 0 оновогнута вверх и вверх, там она поднимается и вогнута вниз до -2 и вогнута вверх после - 2 и перед 0, так что происходит поворот.

И: Почему -2 является экстремумом?

С: Потому что при $h'(-2) = 0$ и по условиям $h'(x) > 0$, если $-4 < x < -2$ и $h''(x) > 0$, если $-2 < x < 0$, так что -2 - является экстремумом.

П: Хорошо!

Анализ:

В целом интервью состояло из трех фрагментов, и каждое из них разделено по роли решения данной задачи. Если в первой указывается ознакомление с задачей, далее идут пункты решения, а в третьем фрагменте особое внимание уделялось графику и каждый шаг комментировался с помощью вопросов со стороны интервьюера. По результатам С. может координировать смежные или перекрывающиеся интервалы в области функции, ко всему прочему С. может нарисовать график данной функции точно. С. координирует каждый интервал области h со всеми свойствами данной функции, а для интервалов С. может координировать первую производную и вторую производную с пределом функции. Хорошо осведомлён как использовать поэтапно шаги решения функции и исследовании функции на перегибы и выпуклость, используя вторую производную данной функции.

В дополнение, автор предлагает использовать когнитивные уровни в понимании математики подразделяются на пять уровней, а именно: intra, semi-inter, inter, semi-trans, и trans, которые имеют иерархические и функциональные характеристики. Интрауровень как самый низкий уровень, объекты анализируются с точки зрения их свойств и объяснения на этом уровне локальны. Далее интеруровень как промежуточный уровень, представляет собой осознание существующих взаимосвязи между свойствами и может привести весомые аргументы в нахождении решении задании. Далее транс-уровень как самый высокий уровень, в этом уровне учащийся может воспринимать новые свойства, которые были недоступны на других уровнях. Также есть возможность вывода гипотез. Объект исследования С. находится на 4 уровне, и может использовать все свойства данной функции, находить первую и вторую производную и таким образом, формирует график функции. Описание студентов транс-уровня дает представление о когнитивных процессах, происходящих студентов в понимании математики, особенно в разделе математического анализа.

Во втором исследовании *Verónica Díaz Quezada* [7] исследуются компетенции, которые необходимы для решенияпроблем с использованием производных и в анализе трудностей, возникающихпри решении задач, требующих использования производных. Математические компетенции можно развивать как часть мыслительных процессов, которое способствуют пониманию проблемных ситуаций и использованию информации в различных контекстах [8]. Математическая компетенция может быть концептуализирована как набор способностей и навыков, связанных с пониманием и интерпретацией проблем в различных контекстах (семейных, социальных, академических или профессиональных ситуациях), их переводом на язык математики, их решение с использованием соответствующих математических процедур, интерпретацией результатов, их формулировкой и передачей. Согласно [9], одним из важных аспектов математической компетентности является то, что математика используется для решения проблем в контексте. Выбор стратегийи соответствующих математических представлений обычно зависит от контекста, в котором представлена проблема. Математические компетенции можно развивать как часть мыслительных процессов, которые усиливают понимание проблемных ситуаций и использование информации в различных контекстах [10]. Ниже приводится классификация типов математических компетенций (рис. 1)

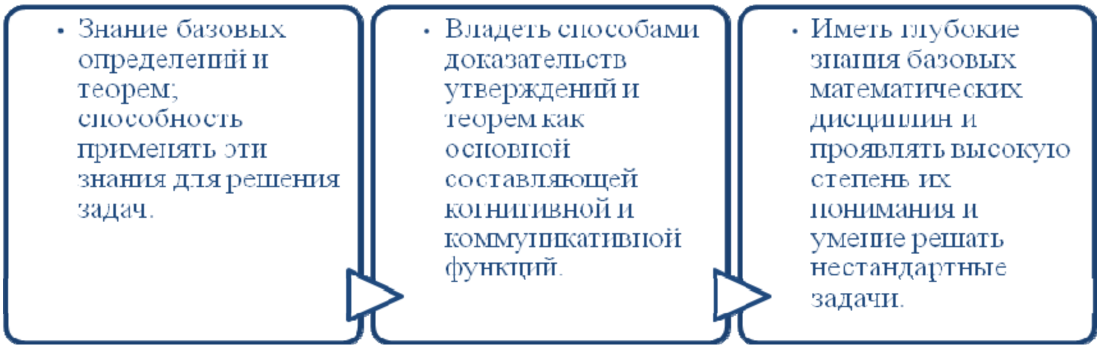

Рисунок 1 – Классификация типов математических компетенций

Для данного исследования были рассмотрены следующие четыре источника трудностей из теоретической базы:

- Трудности, связанные со сложностью математических объектов: они связаны с использованием языка при понимании и общении с математическими объектами и повседневным языком как имеющим отношение к математике;
- Трудности, связанные с процессами математического мышления: они связаны с неявными нарушениями в способах математического мышления;
- Трудности, связанные с процессом преподавания математики: методы преподавания должны соответствовать стандартам школы и учебной программы;
- Трудности, связанные с когнитивным развитием учащихся: при разработке ресурсов и стратегий обучения необходимо учитывать различные этапы когнитивного развития учащихся, их особенности и способности. [7;35]

Относительно диагностическая оценки все студенты должны были пройти тест, который длился 2 часа 40 минут. PSU (отборочный тест для поступления в систему высшего образования в Чили) содержал вопросы с несколькими вариантами ответов и пятью вариантами ответов. Целью проведения теста и оценки пунктов является проверка способностей, связанных с изучением производных, которые студенты имеют в различных тематических областях до поступления в университет.

Также было проведено тест на математические компетенцию, с целью оценки работы студентов инженерных специальностей при решении задач, связанных с тремя типами математической компетенций и классификации трудностей в их ответах, был разработан качественный инструмент было разработано и проверено с помощью суждений 12 экспертов.

Прежде чем принять окончательный вариант теста, он был опробован. Для тестирования было выбрано только те, у кого больше более 85% положительных результатов были включены в окончательный вариант с проблемами использования производных, которые соответствовали уровню студентов.Окончательный тест был проверен на надежность с помощью альфа Кронбаха. Результат составил 0,79, что было признано приемлемым, учитывая характер инструмента оценки и его объем. Тест состоял из 10 открытых вопросов, разработанных в соответствии с классификацией математических компетенций. По итогам теста на производные было получено следующие результаты: студенты пищевой инженерии показали самый низкий результат 51%, чуть больше у студентов коммерческой инженерии 54% и самый высокий результат у студентов компьютерной инженерии 64%. Вместе с этим следует подчеркнуть, что основной трудностью в решении задач во всех трех инженерных программ соответствует той, которая включает процессы математического мышления. Эти процессы связаны с неявными разрывами в различных способах математического мышления; примеры, рисунки и стандартизированные примеры, рисунки и стандартизированные изображения могут порождать ошибки. Эти результаты согласуются с аргументами исследователей которые утверждают, что многие учащиеся не могут сначала создать в своем воображении живописный образ идеи. Поэтому им трудно понять концепции математики. В свете сказанного важен процесс преподавания, который разработан для изучения математики и непосредственно касается учителя, поскольку методы преподавания должны соответствовать школьной институциональной организацией и последовательностью учебных программ. Наряду с этим необходимо отметить следующее: если задачи касаются тем, связанных с повседневной жизнью студентов, то вероятность того, что они будут решены успешно, выше. Основной вклад данного исследования состоит в том, чтобы обеспечить лучшее понимание недостатков, которые учащиеся приносят из школы и которые сильно влияют на курсы инженерных расчетов, в частности, на усвоение понятия производной функции.

Последнее исследование *Saeid Haghjoo* [11] рассматривает понимание студентами бакалавриата по инженерным специальностям и фундаментальным наукам понятия производной и в качестве основной концепции было взято система Zandieh. Один из компонентов этой системы включает в себя несколько представлений, таких как графические, вербальные, физические. В литературе по математическому образованию были предложены различные модели, которые направлены на описание понимание концепции производной, такие как образ концепции и определение концепции [12]. Исходя из исследований автора, при преподавании дифференциального исчисления можнонаблюдать проблемы в понимании производной. Далее для решения этой проблемы рассматривается разные возможные причины. Zandieh [13] указал, что фундаментальное понимание, которое приводит к понятию производной, реализуется в ходе различных представлений и задач в контекстах исчисления. Два основных компонента этой концепции включают множественные представления и уровни "процесс-объекта".

Множественные репрезентации понятия производной включает в себя: 1) графическое как наклон касательной к кривой в точке, 2) вербальное как мгновенная скорость изменения, 3) физическая как скорость (ускорение и общее состояние движения), и 4) символическое как предел разности коэффициентов. Производные уровни, которые могут выступать в качестве процесса и объекта. Отношение – это процесс деления числителя на дробь. Объект рассматривается как пара целых чисел или сам процесс деления. Предел – это процесс приближения к значению. Объектом является предельное значение. Функция рассматривается как процесс соответствия между двумя непустыми множествами. Наконец, объект – это множество упорядоченных пар. Уровни структуры Zandieh для соединения пределов и производных (Рис.2) иллюстрирует уровни и процессы между пределом и производной иих взаимосвязь с точки зрения Zandieh. Если концептуальная структура студента не развита в одном из уровней, Zandieh использует псевдоструктурную концепцию.

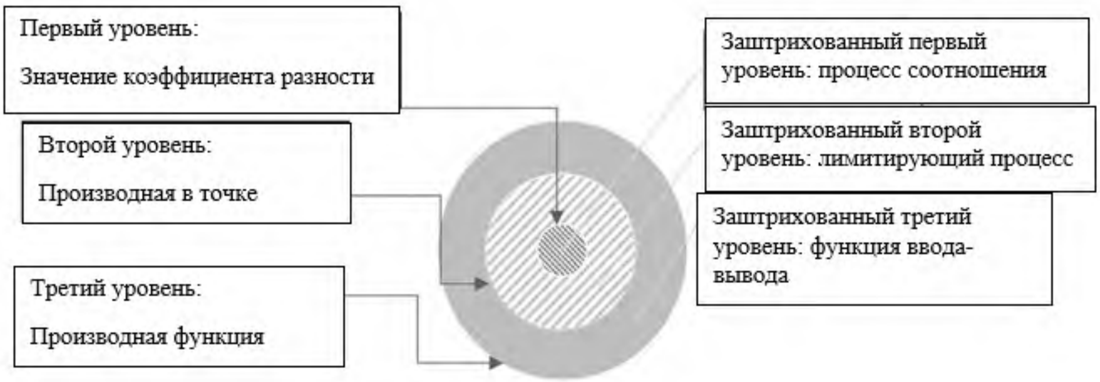

Рисунок 2 – Иллюстрация уровней между пределом и производной на основе системы Zandieh [11;3]

Данный рисунок иллюстрирует процесс соотношения, который следует сначала воспринять для понимания производной, в результате чего коэффициент разности превращается в объект. Затем сформируется процесс ограничения, результатом которого является производная объекта в одной точке, а в третьем уровне вычисляется производная в нескольких точках, результатом которого является производная как функция. Проведя исследования по пониманию концепции производной, можноприйти к выводу, что следует использовать систему Zandieh в контексте изучения пути производной Hähkiöniemi [14], потому что она может лучше раскрыть слои и контексты понятия производной и 9 разработанного задания. Некоторые исследования показывают, что понимание концепции производной является одним из наиболее трудных понятий для учащихся из-за сложности его определения и представления [15-16].

Hähkiöniemi заявил, что существует два пути для понимания перцептивной производно, которая основана на интуитивных представлениях, таких как крутой наклон функции или скольжение карандаша между функцией и касательной линией, а также символической производной, которая отображается с помощью разностных коэффициентов. Основываясь на производной Hähkiöniemi при обучении производной, студенты обычно учатся с помощью контекста движения и изучают производную через задачи, охватывающие визуальный и символический значения вместе. В данном исследовании использовался один тест для оценки понимания студентами бакалавриата фундаментальных и инженерных наук понимания понимания студентами концепции производной в 9 Тегеранских университетах. В популяцию вошли 604 студента, отобранных методом многоступенчатой случайной кластерной выборки. Мощность теста составила 80,3%. В данном исследовании тест, разработанный исследователем, был основан на гипотезе Hähkiöniemi о производной траектории обучения. Тест, составленный исследователем, был использован для оценки понимания студентами концепции производной. Под понятием производной первоначально было отобрано 102 вопроса. Время тестирования составляло 25-35 минут (вопросы с множественным выбором без описания). После анализа вопросов и правильных и неправильных ответов студентов, вопросы были разработаны как вопросы с несколькими вариантами ответов, чтобы студенты могли проявить максимум своих способностей и свести к минимуму количество ошибок. Анализ данных был проведен с помощью программного обеспечения SPSS версии 24. После сбора ответов, уровни соотношения, предел и функция и различные контексты заданий были проанализированы количественно и качественный анализ в соответствии со структурой Zandieh. Затем были обобщены результаты и выводы и даны ответы на вопросы. Студенты, изучающие фундаментальные науки, показали значимо лучше, чем студенты инженерных специальностей, с точки зрения понимания уклона. Хотя средние баллы двух групп по дисциплинам инженерных и фундаментальных наук не имели значительных различий, студенты инженерных специальностей показали лучшие результаты, чем студенты, изучающие фундаментальные науки, в слоях соотношений, пределов и функций, а также в графическом, физическом, символическом и числовом контекстах. В целом, понимание студентами концепции производной было на слабом уровне. Наиболее слабо студенты справились с заданием на скорость изменения. В частности, при вычислении средней скорости изменения численно был набран минимальный средний балл, на этот вопрос ответило наименьшее количество студентов. В их ответах присутствовала некая сложность мысли, и они обратились к физическим формулам для достижения результата, но выбрали неправильный подход.

На основании результатов и обсуждения можно сделать вывод, что студенты не имеют надлежащего понимания основных понятий производных в числовом, физическом, вербальном и графическом контекстах. Кроме того, относительный процент частоты студентов инженерных специальностей и их средний балл понимания концепции производной был значительно выше, чем у студентов фундаментальных наук в слоях соотношения, предела, и функции. Студенты, изучающие фундаментальные науки, показали значимо лучшие результаты в понимание наклона касательной линии по сравнению со студентами инженерных специальностей, в то время как студенты инженерных специальностей студенты, изучающие инженерные науки, были лучше, чем студенты, изучающие фундаментальные науки, в понимании скорости изменения.

В математике производная имеет различные значения, такие как наклон, разность предел квантования, скорость изменения, скорость, ускорение и т.д. Инструментальное понимание студентами понятия производной в аргументации было очевидным в данном исследовании; они знали формулы производных, но не могли выразить их значения. Даже те студенты, которые сдавали дифференциальные уравнения, имели слабые аргументы для интерпретации понятий производной. Возможно, слишком большое внимание к инструментальному пониманию производной привело к таким результатам. Студенты не могли установить взаимосвязь между различными представлениями производной или имели слабые взаимосвязи. Это означает, что у них было слабое концептуальное понимание. Этот вопрос может быть рассмотрен при обучении производной.

5 Выводы и стратегия

Результаты проведенного нами анализа позволяют сделать некоторые выводы, что так как мы указывали две группы с численностью от 1 до 604-х мы можем рассматривать следующую стратегию в обучении производных в любых количественных группах. Анализируя вышеупомянутые три исследований мы предлагаем данную стратегию в трёх уровневых понятиях:

1. Очень важен индивидуальный подход к студенту, а именно нужно использовать роль уровней в понимании математики, которые подразделяются на пять видов. При этом важно точно анализировать с помощью тестов к какому именно уровню в начале относиться студент и только потом после окончания темы по производным еще раз определить уровень и сравнить с начальным результатом. Также важно отметить, что заданный тест должно составляться из школьного материала по производным и таким образом преподаватель в первую очередь может определить есть ли у данного студента базовые знания по производным.

2. Если из первой части мы можем наблюдать у студента semi-trans уровень или ниже следует обратить внимание к математической компетенции и трудностей из теоретической базы. Ранее уже было указано, что математическая компетенция это набор навыков, связанных с пониманием и интерпретацией проблем в различных контекстах и их переводом на математический язык. В дополнении после рассмотрение работы студента следует правильно отметить главную трудность из теоретической базы (в данной работе указано четыре основных видов).

3. После выявления уровней и трудностей понимании производных рекомендуется дать подробный источник по понятию производных. В данной работе в качестве такого источника мы взяли расширенную систему Zandieh и гипотезу Hähkiöniemi. Следует отме-

тить, что Zandieh указала базовое понимание, которое ведет к понятию производной и реализуется в различных представлениях и задачах в контексте исчисления, что называется концептуальным пониманием производной. Кроме этого, она представил схему для анализа понимания учащимися концепции производной. Hähkiöniemi взял свою идею из трех математических миров Талла: визуального, символического и формального.

Список литературы

1. Hughes-Hallett, D., Gleason, A. M., McCallum(2017). Calculus: Single and multivariable (6th ed.). Hoboken: Wiley.
2. Kleiner, I. (2001). History of the infinitely small and the infinitely large in calculus. Educational Studies in Mathematics, 48(2), 134–174. https://doi.org/10.1023/A:1016090528065.
3. Кокажаева, А., Жексембинова, А. ,Ашубаева, Д. и Таштемирова, С. 2022.Повышение функциональной грамотности учащихся на уроках математики в рамках обновленного содержания образования. «Физико-математические науки». 77, 1 (мар. 2022), 172–181. DOI:https://doi.org/ 10.51889/2022-1.1728-7901.24.
4. D. Bressoud, I. Ghedamsi, and V. Martinez-Luaces, Teaching and learning of calculus. Hamburg: Springer International Publishing, 2016. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32975-8.
5. Berry, J., & Nyman, M. A. (2003). Promoting students' graphical understanding of the calculus. Journal of Mathematical Behavior, 22(4), 479-495. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2003.09.006.
6. Wahyu Widada, 1Dewi Herawaty (2020). Students' cognitive processes in understanding the application of derivatives. MeasurementInEducationalResearch, 29-36.
7. Díaz Quezada, V. (2020). Difficulties and Performance in Mathematics Competences: Solving Problems with Derivatives. International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP), 10(4), pp. 35–53. https://doi.org/10.3991/ijep.v10i4.12473.
8. L.E. Arreguín, J.Alfaro, and M.S. Ramírez (2012). Development of mathematical competencies in secondary school using the project-oriented learning technique.RevistaIberoamericana so-breCalidad, Eficacia y Cambio en Educación, vol.10, no. 4, pp.264-284.
9. Ministerio de Educación (2013). PISA mathematical competences: a requirement for the information society.
10. L.E. Arreguín, J.Alfaro, and M.S.Ramírez (2012). Development of mathematical competencies in secondary school using the project-oriented learning technique, Revista Iberoamericana so-bre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, vol.10, no. 4, pp.264-284.
11. Saeid Haghjoo, Ebrahim Reyhani (2021). Undergraduate basic sciences and engineering students' understanding of the concept of derivative. Journal of Research and Advances in Mathematics Education Volume 6, Issue 4, October 2021, pp. 277 – 298 DOI: 10.23917/jramathedu.v6i4.14093.
12. Tall, D &Vinner, S. (1981). Concept Image and Concept Definition in Mathematics with particular reference to Limits and Continuity. https://doi.org/10.1007/BF00305619.
13. Zandieh, M. (2000). A theoretical framework for analyzing student understanding of the concept of derivative. CBMS IssuesinMathematicsEducation, 8, 103-127.
14. Hähkiöniemi, M. (2006). The role of representations in learning the derivative. University of Jyväskylä. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2021.100870.
15. Auxtero, L. C., & Callaman, R. A. (2020). Rubric as a learning tool in teaching application of derivatives in basic calculus. JRAMathEdu (Journal of Research and Advances in Mathematics Education), 6(1), 46-58. https://doi.org/10.23917/jramathedu.v6i1.11449.
16. Mirin, A. (2018). Representational Sameness and Derivative. North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Journal for Research in Mathematics Education, 40(4), 396-426.

Материал поступил в редакцию: 07.10.2022

ЖУМАНОВА, А.К.

БАКАЛАВРИАТ СТУДЕНТТЕРІНІҢ ТУЫНДЫ МӘСЕЛЕЛЕРДІ ШЕШУДІ ЖАҚСАРТУ ҮШІН ОҚЫТУ СТРАТЕГИЯСЫ

Туынды – әртүрлі ғылымдарда көп қолданылатын есептеу объектілерінің бірі. Бұл зерттеудің мақсаты бакалавриат студенттерінің әртүрлі мамандықтар, атап айтқанда инженерлік мамандықтар бойынша білімдерін зерттеу болды. Деректерді жинау ғылыми зерттеулердің *екі түрлі ауқымын қолдану арқылы жүзеге асырылды, олар: шағын топтар және үлкен топтар. Бұл жұмыстарға келесі авторлардың мақалалары кіреді: Wahyu Widada, Verónica Díaz Quezada және Saeid Haghjoo, олар «Туындыларды» негізгі зерттеу саласы ретінде көрсетіп, сауалнамалар мен сынақтардың нәтижелеріне баса назар аударылған. "Диагностикалық бағалау және нәтижелер" теориялық базадан қиындықтар анықталды, олардан математикалық терминдер басым болатын тапсырманы шешуде қиындықтар анықталды. Зерттеу әдісі-салыстыру талдау. Деректер бастапқы деңгейден және соңғы нәтижеден салыстырмалы түрде талданды, осылайша жоғарыда аталған жұмыстарды салыстыру кезінде біз туынды мәселелерді шешуді жақсарту үшін оқыту стратегиясын алдық. Бұл стратегия математика, инженерия және басқа ғылымдар бойынша университеттік оқу бағдарламаларында көптеген басқа салаларға қолданылатын негізгі тұжырымдамаға сәйкес келеді.*

Түйінді сөздер: *туындылар, математикалық анализ, оқыту стратегиясы, дәрежелер, талдау.*

ZHUMANOVA, A.K.

A LEARNING STRATEGY FOR IMPROVING UNDERGRADUATE STUDENTS' PROBLEM SOLVING IN DERIVATIVES

Derivatives are one of the objects of calculus, which has many applications in various sciences. The purpose of this study was to study the knowledge of undergraduate students in various specialties, particularly engineering specialties. Data collection was carried out using two varieties on the scale of scientific research, such as: small groups and large groups of participants in conducting questionnaires and surveys. This study was based on a comparison analysis based on three main studies and does not contain its own empirical material. These works include articles by the following authors: Wahyu Widada, Verónica Díaz Quezada and Saeid Haghjoo, who indicate "Derivatives" as the predominant field of study and focus on the results of questionnaires and tests. In the "Diagnostic assessment and results", difficulties from the theoretical base were identified, from which it was revealed that there were difficulties in solving the task in which mathematical terms predominate. The research method is a comparison analysis. The data were analyzed comparatively from the initial level and the last result, and thus, when comparing the above works, we received a learning strategy to improve the solution of derivative problems. This development corresponds to the basic concept about derivatives applicable to many other areas in university curricula in mathematics, engineering and other sciences.

Key words: *derivatives, mathematical analysis, learning strategy, levels, analysis.*