УДК 372.851

Г.П. Емгушева
кандидат физико-математических наук, доцент
А.Н. Семакин
кандидат физико-математических наук, доцент
Д.М. Чирков
кандидат физико-математических наук, доцент
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), г. Москва, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА УКРУПНЕНИЯ ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН СТУДЕНТАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Аннотация. В данной статье рассматривается возможность применения метода укрупнения дидактических единиц – УДЕ, основателем которого является заслуженный деятель науки РСФСР, академик РАО П.М. Эрдниев при изучении математических дисциплин студентами с ограниченными возможностями здоровья в МГТУ имени Н.Э. Баумана. На основе анализа материалов математических дисциплин, изучаемых студентами начальных курсов, приводится сравнение смежных и взаимосвязанных дисциплин и предлагается совместное и одновременное изучение взаимосвязанных тем, применение аналитических и геометрических подходов. Технология укрупнения дидактических единиц способствует прочному усвоению знаний и лучшему применению к дальнейшей научной и производственной деятельности. Приводится научное обоснование применения метода.

Ключевые слова: метод укрупнения дидактических единиц; математические дисциплины; аналитический и геометрический подходы; студенты с ограниченными возможностями здоровья.

DOI: 10.25206/2307-5430-2020-8-120-126

1. Введение. В МГТУ имени Н.Э. Баумана созданы уникальные, не имеющие аналогов в отечественной и мировой практике условия, благоприятные для обучения студентов с ограниченными возможностями здоровья (в частности, с нарушениями слуха и речи). Этой группой лиц занимается головной учебно-исследовательский и методический центр профессиональной реабилитации лиц с ограниченными возможностями здоровья (ГУИМЦ). «В течение первых двух лет студенты, курируемые этим центром, изучают фундаментальные и общетехнические дисциплины в отдельных группах по адаптированным программам. Из-за проблем со здоровьем студентам сложно поддерживать высокий темп традиционной модели обучения, делающей основной упор на контактную работу в аудиториях и прямое взаимодействие «преподаватель-студент». Внедрение в учебный процесс модели смешанного обучения, то есть, модели, сочетающей в себе традиционное обучение в аудитории и обучение через интернет, позволит снизить нагрузку на студентов и сделать темп обучения более комфортным для студентов с ограниченными возможностями здоровья» [1,2]. При смешанном обучении математических дисциплин, целесообразно воспользоваться системой, основанной на идее «укрупнение дидактических единиц», выражающейся в одновременном изучении взаимосвязанного математического материала.

В дидактику понятие «укрупнения дидактических единиц» было впервые введено заслуженным деятелем науки РСФСР, академиком РАО П. М. Эрдниевым (15.10.1921–16.04.2019) как результат восхождения от абстрактного к конкретному и воссоздания связей исходной единицы с общей структурой знания [3]. Идея укрупнения дидактических единиц (УДЕ) легла в основу предложенной П. М. Эрдниевым методики преподавания математики, эффективность которой экспериментально обоснована в проведенном им исследовании. Укрупненная дидактическая единица, по определению П. М. Эрдниева, – «это клеточка учебного процесса», которая обладает качествами системности и целостности, устойчивостью к сохранению во времени и быстрым проявлением в памяти [3, с. 6-7]. Эффект УДЕ достигается за счет укрупненного подхода к содержанию учебного материала: необходимо рассматривать совместно, в связях и переходах, целостные группы родственных (взаимосвязанных) понятий и упражнений. Это приводит к сокращению расхода учебного времени при одновременном повышении качества знаний. Блочное усвоение учебного материала и формирование обобщенных умений осуществляется в реальном учебном процессе, который характеризуется дискретностью, линейностью и требует организационных форм [4].

2. Тематический обзор математических дисциплин, изучаемых студентами ГУИМЦ. На первом курсе студенты факультета ГУИМЦ изучают математические дисциплины: математический анализ (2 семестра – 4 модуля), аналитическую геометрию (1 семестр – 2 модуля), линейную алгебру (1 семестр –2 модуля). На втором курсе изучают интегралы и дифференциальные уравнения (2 семестра – 4 модуля). При изучении аналитической геометрии и линейной алгебры на первом курсе некоторые темы можно преподавать блоками, то есть, рассматривать и проводить сопоставление, анализировать и синтезировать их друг с другом. Установленную связь по темам этих двух дисциплин приведем в таблице 1.

Таблица 1

Связь по темам аналитической геометрии и линейной алгебры

Аналитическая геометрия	Линейная алгебра
Линейная зависимость векторов. Критерии линейной зависимости векторов. Базис. Координаты вектора в заданном базисе. Ортонормированный базис в пространстве. Координаты вектора в ортонормированном базисе как проекции этого вектора на направление базисных векторов. Линейные операции над векторами в координатной форме. Скалярное векторное произведение двух векторов, его свойства. Ориентация базиса, правые и левые тройки векторов. Вычисление векторного произведения в ортонормированном базисе.	Аксиомы и примеры линейных пространств. Линейно зависимые и линейно независимые векторы. Критерий линейной зависимости, его следствия. Определение базиса и размерности линейного пространства. Теорема о единственности разложения по базису. Координаты вектора. Линейные операции над векторами в базисе.
	Ортонормированный базис евклидова пространства. Вычисление скалярного произведения и нормы вектора в ортонормированном базисе. Существование ортонормированного базиса.

Окончание табл. 1

Аналитическая геометрия	Линейная алгебра
Смешанное произведение векторов, его геометрический смысл.	Собственные векторы и собственные значения линейного оператора. Характеристический многочлен линейного оператора. Собственные значения матрицы. Линейные операторы и их матрицы. Действия над линейными операторами и соответствующие действия с их матрицами. Преобразование матрицы линейного оператора при переходе к новому базису.
Обратная матрица, критерий ее существования. Присоединенная матрица. Вычисление обратной матрицы с помощью присоединенной матрицы. Обращение произведения двух квадратных невырожденных матриц. Решение матричных уравнений $AX=C$, $XB=C$, $AXB=C$ с невырожденными матрицами A и B.	
Фундаментальная система решений однородной системы линейных алгебраических уравнений. Структура общего решения.	Приведение квадратичной формы к каноническому виду ортогональным преобразованием. Ранг квадратичной формы, его независимость от выбора базиса. Приведение уравнений кри-
Линии второго порядка на плоскости:	

<table>
<tr><td>эллипс, гипербола, парабола.</td><td rowspan="2">вых и поверхностей второго порядка к каноническому виду с помощью ортогонального преобразования.</td></tr>
<tr><td>Общие и канонические уравнения поверхностей второго порядка, их вид.</td></tr>
</table>

Вывод. Математические дисциплины «Аналитическая геометрия» и «Линейная алгебра» образуют блок, клетку единого целого, а значит, их полезно преподавать параллельно или, на несколько занятий ранее ввести дисциплину «Аналитическая геометрия». Такое построение учебного плана двух дисциплин позволит лучшему восприятию учебных материалов студентами.

При изучении «Математического анализа» (два семестра) на первом курсе темы (приведенные ниже) в силу укрупненного подхода к содержанию учебного материала усваиваются студентами быстрее, если *аналитический* способ изложения и *геометрический* подход *рассматривать одновременно*.

Первый семестр: модуль 1.

1.1. Промежутки — отрезок, интервал, полуинтервал. Ограниченное и неограниченное множества. Точная верхняя и точная нижняя грани множества. Принцип вложенных отрезков.

1.2. Числовая функция и ее график. Композиция функций, обратная функция. Основные элементарные функции. Классификация элементарных функций.

1.3. Числовая последовательность и ее предел, геометрическая интерпретация предела. Сходящиеся последовательности. Ограниченные и монотонные числовые последовательности. Бесконечно большие и бесконечно малые последовательности, их связь.

Модуль 2.

2.1. Окрестности конечной и бесконечной точек. Различные типы стремления действительного аргумента к точке. Формулировка определения предела функции в терминах неравенств и их геометрическая интерпретация. Односторонние пределы, связь между односторонними и двусторонними пределами.

2.2. Замечательные пределы и их следствия. Бесконечно малые и бесконечно большие функции.

2.3. Сравнение функций при данном стремлении, отношения эквивалентности и «о-малое».

2.4. Непрерывность функции в точке, геометрическая интерпретация. Односторонняя непрерывность в точке. Точки разрыва и их классификация.

2.5. Непрерывность функции на промежутке. Нахождение асимптот графика функции.

Второй семестр, модуль 3.

3.1. Производная функции в точке. Касательная, геометрический смысл производной. Дифференциал, геометрический смысл дифференциала.

3.2. Теоремы о средних значениях.

3.3. Монотонность функции. Экстремум функции.

3.4. Условия существования экстремума. Выпуклость функции.

Модуль 4.

4.1. Функция нескольких переменных.

4.2. Касательная плоскость и нормаль к поверхности.

4.3. Экстремум функции нескольких переменных.

4.4. Производная векторной функции и ее геометрический смысл. Кривизна и радиус кривизны плоской кривой.

Метод УДЕ хорошо просматривается при изучении двух таблиц: **производных** и неопределенных интегралов в дисциплинах «Математический анализ» 3 модуль и «Интегралы и дифференциальные уравнения» 1 модуль. Продемонстрируем *прямое и обратное действие операций дифференцирования и интегрирования* для некоторых элементарных функций:

$$(x^{\alpha})' = \alpha x^{\alpha-1} \text{ и } \int x^{\alpha} dx = \frac{x^{\alpha+1}}{\alpha+1} + C, \alpha \neq -1,$$

$$(a^{x})' = a^{x}\ln a \text{ и } \int a^{x}\, dx = \frac{a^{x}}{\ln a} + C,$$

$$(\sin x)' = \cos x \text{ и } \int \cos x dx = \sin x + C$$

и т. д. Наглядное представление и сопоставление двух таблиц производных и интегралов позволяет студентам воспринимать данный материал более полно.

Отметим темы дисциплины «Интегралы и дифференциальные уравнения», где также *применим метод УДЕ* в осуществлении блочного подхода: *аналитического и геометрического* изложения материалов второго модуля «Интегралы» и первого модуля «Дифференциальные уравнения».

Модуль 2.

2.1. Определенный интеграл как предел интегральных сумм. Геометрическая интерпретация определенного интеграла.

2.3. – 2.5. Вычисление длины дуги кривой, площади плоской кривой, объема тела, площади поверхности вращения.

Модуль 1.

1.1. Дифференциальные уравнения первого порядка, их геометрический смысл.

1.3. Геометрическая интерпретация задачи Коши дифференциального уравнения 2 порядка.

3. Заключение. Необходимость применения метода УДЕ. Проанализировав темы математических дисциплин, которые изучаются студентами, убеждаемся, что технология укрупнения дидактических единиц на основе метода противопоставления и одновременного изучения взаимно обратного материала, аналитического и геометрического подхода способствует прочному усвоению знаний и лучшему применению к дальнейшей научной и производственной деятельности.

Наконец, отметим, что изучение учебного материала аналитическим и геометрическим методами имеет научное обоснование. В трудах доктора Роджера Уолкотт Сперри (амер. невролог, лауреат нобелевской премии, 1981г.) открыт принцип разделения функций полушарий (левое полушарие отвечает за речь, правое – за восприятие пространства), который получил широкую поддержку в научных кругах и положил начало многочисленным исследованиям. Исследования Р. Сперри и его сотрудников из Калифорнийского технологического института показали, что познавательные функции левого и правого полушарий во многом отличаются. Левое (доминирующее) полушарие обрабатывает информацию последовательно и аналитически. Оно прекрасно справляется с обработкой временных взаимоотношений, математическими расчетами, абстрактным мышлением и интерпретацией символических понятий. Кроме того, оно обладает высокоразвитой способностью к формированию речевых функций. Напротив, правое (не доминирующее) полушарие обрабатывает информацию интуитивно и одновременно. Оно лучше, чем левое, справляется с задачами интерпретации зрительных образов и пространственных взаимоотношений – например, распознаванием лиц (а, значит, в учебном процессе важна геометрическая интерпретация). Кроме того, правое полушарие более эффективно распознает сложные взаимосвязи, звуковые образы (например, голос и интонацию) и «понимает» музыку [5].

Таким образом, использование функций левого и правого полушарий, а значит, аналитического и геометрического подхода при изучении математических дисциплин студентами с ограниченными возможностями здоровья, делает восприятие учебного материала полным.

Библиографический список

1. Семакин А.Н., Чирков Д.М., Емгушева Г.П. Использование элементов смешанного обучения в области математики при работе со студентами с ограниченными возможностями здоровья. // Актуальные проблемы преподавания математики в техническом вузе. – 2019. – Т. 7. – С.275–281.

2. Семакин А.Н. Преподавание математического анализа студентам с нарушением слуха в МГТУ им. Н.Э. Баумана //Актуальные проблемы преподавания математики в техническом вузе. – 2018. – Т. 6. – С. 231–237.

3. Эрдниев П.М., Эрдниев Б.П. Укрупнение дидактических единиц в обучении математике: кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1986. – 255 с.

4. Харитонова Н. Д. Психолого-педагогические основы укрупнения дидактических единиц знаний и способов деятельности в обучении математики студентов вузов. // Альманах современной науки и образования. – 2009. – № 6(25). – С. 210–212.

5. Ротенберг В.С. Мозг. Стратегия полушарий. // Наука и жизнь. – 1984. – № 6. – С. 54–57.

Сведения об авторах:

Галина Петровна Емгушева
Служебный адрес: 108836, г. Москва, п. Десеновское, ул. 2-я Нововатутинская, д.5, кв.327; e-mail: galina_emg@mail.ru; spin-code: 8803-6341.

Артем Николаевич Семакин
E-mail: arte-semaki@yandex.ru; spin-code: 2619-6278.

Дмитрий Михайлович Чирков
E-mail: chirkovdm@live.com; spin-code: 6628-4919.