

физики), либо, что было бы наиболее рациональным, сделать это в рамках отдельного элективного курса,

#### **Список источников**

1. Дьярмати, И. Неравновесная термодинамика: Теория поля и вариационные принципы / И. Дьярмати. – М: Мир, 1974. – 304 с. – Текст непосредственный.
2. Егоров, Г.В. О роли вариационных принципов в вузовском курсе физики / Г.В. Егоров. – Текст непосредственный // Ученые записки БГУ. – 2018 (1) – С.46-52.
3. Ланцош, К. Вариационные принципы механики / К. Ланцош. – Физматгиз, 1965. – 408 с. – Текст непосредственный.
4. Полак Л.С. Вариационные принципы механики: Их развитие и применение в физике / Л.С. Полак. – М.: Книжный дом «Либроком», 2010. – 600 с. – Текст непосредственный.
5. Спиринов, Е.А. Роль вариационных принципов механики в исследовании эволюции неконсервативных динамических систем / Е.А. Спиринов, М.П. Головин, К.С. Федий. – Текст непосредственный // Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии. – 2016. – № 9(7) – С. 1068-1078.

**УДК 517.9:378**

### **МЕТОД ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЕКЦИЙ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ ПРОЦЕДУРНЫХ ЗНАНИЙ У СТУДЕНТОВ ПОНЯТИЯ «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ УРАВНЕНИЕ»**

*Лариса Викторовна Халанчук,  
Мелитопольский государственный университет, Мелитополь,  
larisavh2201@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6055-6233>*

**Аннотация.** Статья посвящена проблеме интенсивных технологий обучения физико-математических дисциплин будущих специалистов инженерного профиля. Рассмотрен пример структурно-логической схемы и интегративно-логической модели понятия «Дифференциальные уравнения». Получены информационные проекции репрезентации процедурных знаний о методе решения дифференциальных уравнений.

**Ключевые слова:** структурно-логическая схема, интегративно-логическая модель, метод информационных проекций, дифференциальные уравнения.

INFORMATION PROJECTIONS METHOD OF THE  
REPRESENTATION OF PROCEDURAL KNOWLEDGE IN STUDENTS OF  
«DIFFERENTIAL EQUATION» CONCEPT

*Larisa Viktorovna Khalanchuk,  
Melitopol State University,  
larisavh2201@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6055-6233>*

**Abstract.** The article is devoted to the problem of intensive technologies for teaching physics and mathematics disciplines to future engineering specialists. An example of a structural-logical scheme and an integrative-logical model of the concept of «Differential equations» is considered. Information projections of the representation of procedural knowledge about the method of solving differential equations are obtained.

**Keywords:** structural-logical scheme, integrative-logical model, method of information projections, differential equations.

**Введение.** Важную роль в профессиональном образовании будущих инженеров играет фундаментальная физико-математическая подготовка. Глубокое изучение фундаментальных дисциплин, в частности физики и математики, позволяет создать прочную базу для подготовки специалиста, способного ориентироваться в непрерывно меняющейся производственной обстановке.

Исследование по проблеме интенсивных технологий обучения физико-математических дисциплин будущих специалистов инженерного профиля проводится в рамках выполнения государственного задания «Полисистемное моделирование содержания технологий обучения физико-математических дисциплин для инженерных специальностей» (шифр FRRS-2023-0014).

**Анализ последних исследований и публикаций.** В статье [1] автор поднимает теоретические проблемы понятия «информационно-образовательная среда обучения физике». Рассмотрены особенности формирования структуры и содержания образовательной среды в целом и информационно-образовательной среды обучения физике на основе различных методологических подходов в

частности. Выделены теоретико-методические основы ее формирования, влияющие на качество обучения физике.

В статье [2] диалоговая база знаний активного агента определяется как совокупность памяти вопросов и диалогового метода доступа, которые моделируют соответственно декларативные и процедурные знания активного агента. В статье показано, каким образом диалоговая база знаний может быть использована для решения ряда плохо формализуемых задач.

**Цель и методы.** Целью данного исследования является выявление интенсивных технологий обучения физико-математических дисциплин будущих специалистов инженерного профиля на примере структурно-логической схемы и интегративно-логической модели понятия «Дифференциальные уравнения», а также при помощи информационных проекций репрезентации процедурных знаний о методе решения дифференциальных уравнений.

Для достижения поставленной цели предполагается использовать теоретический анализ научно-педагогической литературы, нормативных документов и передового педагогического опыта.

**Результаты исследования.** В качестве примера реализации полисистемного подхода к содержанию как системе полиизоморфных моделей репрезентации знаний о предметных областях физико-математических дисциплин, рассмотрим построение моделей на основе интегративного подхода. В дидактике обобщенные иерархические информационные структуры носят название структурно-логических схем и широко используются для представления и классификации учебного материала. Но структурно-логические схемы представления учебного материала физико-математических дисциплин имеют существенный недостаток при идентификации и сравнительном анализе с их помощью конкретных объектов, процессов или явлений. Причину этого недостатка составляет реализованный в этих схемах дифференцированный подход. Рассмотрим пример структурно-логической схемы понятия «Дифференциальные уравнения» (рисунок 1). Для

формирования процедурных знаний о данном понятии рассмотрим параметры, влияющие на выбор метода решения дифференциальных уравнений, а именно: порядок, количество независимых переменных, линейность, однородность. При этом важно понимать, что решение можно искать в общем виде, а можно и в частном.



Рисунок 1 – Структурно-логическая схема понятия «Дифференциальные уравнения»

При этом отметим, что влияние только первых двух перечисленных параметров на рисунке 1 дает большое многообразие дифференциальных уравнений, в которых легко может запутаться студент, что представлено на рисунке 2.

По количеству независимых переменных		По наибольшему порядку производной	
		1-го порядка	2-го порядка
Обыкновенные дифференциальные уравнения (искомая функция зависит от одной переменной – времени или координаты)	$u = f(t)$	$\frac{du}{dt} = f(t, u)$	
	$u = f(x)$	$\frac{du}{dx} = f(x, u)$	$\frac{d^2u}{dx^2} = f(x, u, u')$
Дифференциальные уравнения в частных производных (искомая функция может зависеть от двух и более переменных)	$u = f(t, x)$	$\frac{\partial u}{\partial t} + a \frac{\partial u}{\partial x} = f(t, x, u)$	$\frac{\partial u}{\partial t} = \sigma \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + f(t, x, u, u'_x)$
	$u = f(x, y)$	$\frac{\partial u}{\partial x} + a \frac{\partial u}{\partial y} = f(x, y, u)$	$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = f(x, y, u, u'_x, u'_y)$
	$u = f(t, x, y, z)$	$\frac{\partial u}{\partial t} + a_x \frac{\partial u}{\partial x} + a_y \frac{\partial u}{\partial y} + a_z \frac{\partial u}{\partial z} = f(t, x, y, z, u)$	$\frac{\partial u}{\partial t} = \sigma_x \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \sigma_y \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \sigma_z \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + f(t, x, y, z, u, u'_x, u'_y, u'_z)$

Рисунок 2 – Виды дифференциальных уравнений по количеству независимых переменных и порядку производной

Обязательное условие для студентов инженерных специальностей – понимание, где эти уравнения могут пригодиться, поэтому в примерах рекомендуется также показывать это применение. Что же касается выбора метода решения дифференциального уравнения, то здесь также получаем сложные для восприятия схемы. Выход – действуя по аналогии, искать аналогичный вид дифференциального уравнения в схеме и решать предложенным методом. К сожалению, в этом случае отрабатываются репродуктивные знания и умения. Это значит, что не будет понимания влияния определенных параметров и свойств дифференциального уравнения на выбор метода его решения.

Традиционное построение структурно-логических схем по причине рассеивания признаков на значительной плоскости усложняет как работу процедурного механизма, так и инициирование быстрого декларативного механизма. Указанные выше проблемы стали причиной разработки нового класса моделей описания и репрезентации системы содержания. Этот класс моделей можно определить, как интегративно-логические модели.

Рассмотрим интегративно-логическую модель понятия «Дифференциальные уравнения». Методика разработки интегративно-логических моделей содержит следующие шаги:

1. Выбор первичной системы координат. Количество осей и их названия определяют элементы первого уровня декомпозиции в структурно-логической схеме. В модели понятия «Дифференциальные уравнения первого порядка» за основу взяты три оси: порядок, линейность и однородность, на каждой из которых имеется соответствующая разметка (рисунок 3).

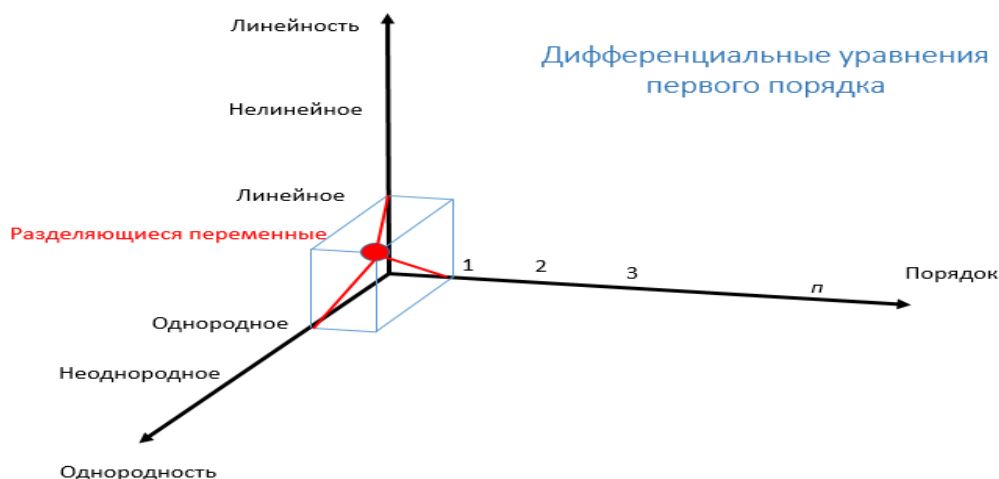


Рисунок 3 – Интегративно-логическая модель понятия «Дифференциальные уравнения первого порядка»

2. Нанесение значений на шкалах первичных осей. Этими значениями являются соответствующие элементы второго уровня декомпозиции в структурно-логической схеме. Например, на рисунке 3 модели понятия «Дифференциальные уравнения» разделять переменные, чтобы решить дифференциальное уравнение мы можем, если оно будет первого порядка, линейным и однородным. И теперь мы получаем информационные проекции репрезентации процедурных знаний о методе решения дифференциальных уравнений с помощью разделения переменных. Если же немного поменять условие однородности, то применяем для решения метод Бернулли (рисунок 4).

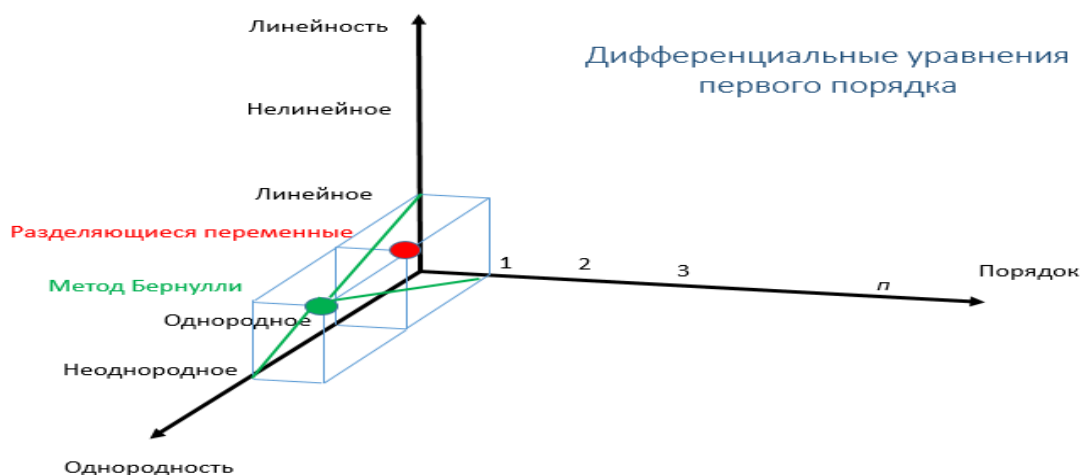


Рисунок 4 – Интегративно-логическая модель понятия «Дифференциальные уравнения первого порядка»

3. Если структурно-логическая схема содержит элементы более глубоких уровней декомпозиции, то необходимо определить дополнительные оси и нанести на них соответствующие значения. Например, решение дифференциального уравнения с помощью составления характеристического уравнения возможно не просто для линейного, однородного дифференциального уравнения 2 порядка, но и появляется дополнительное условие о постоянных коэффициентах – то есть получаем дополнительную ось (рисунок 5).

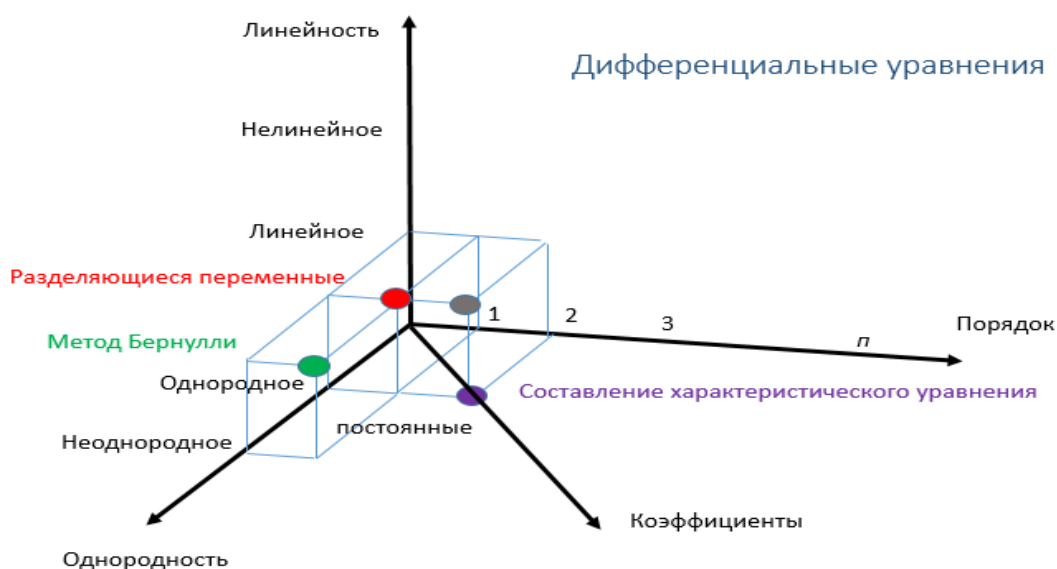


Рисунок 5 – Интегративно-логическая модель понятия «Дифференциальные уравнения»

Такие интегративно-логические модели (рисунки 3-5) можно не просто показывать, а и строить со студентами. Это заставит их задуматься о влиянии различных параметров и свойств на выбор метода решения дифференциального уравнения.

**Выводы.** Таким образом, показанная на примере понятия «Дифференциальные уравнения», визуализация схемы метода информационных проекций репрезентации процедурных знаний у студентов инженерных специальностей поможет уменьшить когнитивные усилия и затраты времени при решении задач и при этом сформировать глубокие знания об изучаемых понятиях, процессах и явлениях.

**Список источников**

1. Сосницкая, Н. Л. Информационно-образовательная среда обучения физике / Н. Л. Сосницкая // Современный учитель - взгляд в будущее : сборник научных статей по итогам Международного научно-образовательного форума, Екатеринбург, 14–17 ноября 2023 года. – Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2023. – С. 320-326. – EDN BQIQYR.
2. Чмырь, И.А. Представление процедурных знаний в диалоговой базе знаний / И.А. Чмырь // ММС. 2008. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/predstavlenie-protsedurnyh-znaniy-v-dialogovoy-baze-znaniy> (дата обращения: 28.05.2024).

**УДК 517.926:378**

**МЕТОД ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЕКЦИЙ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ  
ДЕКЛАРАТИВНЫХ ЗНАНИЙ У СТУДЕНТОВ ПОНЯТИЯ  
«СИСТЕМА ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ»**

*Лариса Викторовна Халанчук,  
Мелитопольский государственный университет, Мелитополь,  
larisavh2201@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6055-6233>*

*Аннотация.* Статья посвящена проблеме интенсивных технологий обучения физико-математических дисциплин будущих специалистов инженерного профиля. Рассмотрен пример структурно-логической схемы и интегративно-логической модели понятия «Система линейных уравнений». Получены информационные проекции репрезентации декларативных знаний о системе линейных уравнений.

*Ключевые слова:* структурно-логическая схема, интегративно-логическая модель, метод информационных проекций, система линейных уравнений.

**The information projections method of the representation of declarative  
knowledge in students of the concept of «linear equations system»**

*Larisa Viktorovna Khalanchuk,  
Melitopol State University,  
larisavh2201@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6055-6233>*