необходимых для решения многих задач настоящего и будущего.

В начале урока дети смотрят видеозарисовку к уроку, с помощью которой у детей появляется представление о том, что такое астероид. Затем они читают фрагмент произведения – это время для самоподготовки. Затем дети проходят тест, чтобы определить, насколько хорошо они поняли то, о чём рассказал им писатель. Далее класс делится на группы, которые получают специальные задания. Первая группа создаёт свою анимированную историю путешествия героя или мультпересказ прочитанной части. Вторая группа делает пластилиновый макет маленькой планеты и размещает на ней самое необходимое для жизни героя.Третья группа пытается объяснить с научной точки зрения, как удаву удается заглатывать свою жертву целиком, не жуя её. Четвёртая группа объединит детей, которым нравится физика, и они вместе решат, как можно усовершенствовать объект этого произведения (например: самолёт, который сломался) и т.д и т.п. Таких точек соприкосновения, пересечения, переплетения науки, технологии, инженерии, искусства, математики в уроке литературного чтения очень много.

На уроке, в котором учитель использует технологии STEAM-образования, ученики учатся самостоятельно. Сами ищут научное объяснение явлениям природы, о которых рассказывает автор. Сами конструируют из Lego деталей или пластилина сюжетную сцену или литературных героев. Сами создают объект, о котором рассказывает писатель или совершенствуюттехнический объект литературного произведения. *Сами делают зарисовки* к уроку или *фотографируют* то, что считают в уроке важным и *составляют* из фотографий коллаж. *Сами производят математические вычисления.* (рост, вес, возраст литературного персонажа), (высота, объем, ширина объекта литературного произведении) и т.д. Диапазон художественных произведений позволяет использоватьи применять на уроке литературного чтения все направления данной технологии.

Самой яркой точкой пересечения урока литературного чтения и STE(A)M-образования является новая составляющая аббревиатуры STEAM - A - art (искусство). Именно она связывает урок, на котором дети читают художественные произведения с живописью, графикой, архитектурой, скульптурой, музыкой, поэзией, театром, фотографией. Именно с компонентом A легко, плавно, интересно сочетается урок литературного чтения. Решающее значение здесь приобретает развитие у детей воссоздающего и творческого воображения, ассоциативности мышления, формирование способности вести диалог с писателем, воспринимать и соотносить то, что возникает и представляется при чтении с собственным опытом жизни, раздумывать над рассуждениями персонажей, отношением к окружающей жизни для того, чтобы лучше разобраться в самом себе и понять ценности, заключенные в художественном произведении через прикосновение к уроку искусства.

Литературное чтение в фокусе STEAM образования – это и есть те самые возможности и вероятности, которые делают уроки литературного чтения современными, динамичными, увлекательными. Знания, которые дети получают из книг, должны крепко хранится в их памяти. Это возможно только тогда, когда дети понимают то,о чём читают. От этого они будут радостны и счастливы. Тогда им захочется думать, действовать, пробовать. Об этом и говорил И.Алтынсарин более века назад.

Список литературы

1. **Педагогичекий терминологический словарь** https://gufo.me/dict/pedagogy_terms / Инновация.

2. **Исследовательская работа "Роль чтения в жизни современного школьника**". Образовательная социальная сеть https://nsportal.ru/ap/library/drugoe/2014/03/26/issledovatelskaya-rabota-rol-chteniya-v-zhizni-sovremennogo-shkolnika.

3. **Навык чтения и особенности его формирования в начальных классах**. Инфоурок. Библиотека материалов https://infourok.ru/navik-chteniya-i-osobennosti-ego-formirovaniya-v-nachalnih-klassah-689782.html.

УДК 512.644

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ

Мухамбетова З. М. *– магистр естественных наук по специальности «Математика», старший преподаватель кафедры «Естественно-научных дисциплин».*

В статье раскрываются свойства линейных однородных и неоднородных уравнении. Показаны решения линейных однородных уравнений. И представлены формулы линейного оператора.

Ключевые слова: свойства, линейные однородные уравнения, линейные неоднородные уравнения

Линейное уравнение n-го порядка с отклоняющимся аргументом имеет вид

$$\sum_{p=0}^{n} \sum_{j=0}^{m} a_{pj}(t) x^{(p)}(t-\tau_j(t)) = f(t) \quad (1)$$

Уравнение

$$\sum_{p=0}^{n} \sum_{j=0}^{m} a_{pj}(t) x^{(p)}(t-\tau_j(t)) = 0 \quad (2)$$

по отношению к уравнению (1) называется соответствующим однородным линейным уравнением.

Уравнения (1) и (2) в дальнейшем кратко будем записывать в виде

$$L(x(t)) = f(t) \quad (1)$$

$$L(x(t)) = 0 \quad (2)$$

Дифференциальный оператор $L(x(t))$ линеен и, следовательно,

1) $L(x_1(t)+x_2(t)) = L(x_1(t)) + L(x_2(t)),$

2) $L(C_x(t)) = CL(x(t)),$

где C – постоянная.

Линейные однородные уравнения обладают следующими очевидными свойствами:

1) Линейность и однородность уравнения сохраняются при линейном однородном преобразовании искомой функции и при преобразовании независимого переменного.

2) Линейная комбинация решений с произвольными постоянными коэффициентами $\sum_{i=1}^{k} C_i \underset{\varphi_i}{x}(t) = \underset{\varphi}{x}(t)$ также является решением, причем $\varphi = \sum_{i=1}^{k} C_i \varphi_i$ (если точка t_0 изолирована в E_{t_0}, то

$$\underset{\varphi}{x}^{(s)}(t_0+0) = \sum_{i=1}^{k} C_i \underset{\varphi_i}{x}^{(8)}(t_0+0), s = 0,1,\ldots,(n-1)$$

).

Это свойство сохраняется и при $k \to \infty$ если ряд $\sum_{i=1}^{\infty} C_i \underset{\varphi_i}{x}(t)$ сходится и допускает n-кратное почленное дифференцирование

Здесь и в дальнейшем предполагается, что начальная точка t_0 остается неизменной для всех решений.

3) Если $\underset{\varphi(t,s)}{x(t,s)}$ является решением, непрерывно зависящим от параметра s при $s_0 \le s \le s_1$, то $\int_{s_0}^{s_1} \underset{\varphi(t,s)}{x}(t,s)\Phi(s)ds$ является решением того же уравнения с начальной функцией $\int_{s_0}^{s_1} \varphi(t,s)\Phi(s)ds$, где $\varphi(t,s)$ и $\Phi(s)$ – непрерывные функции при $s_0 \le s \le s_1$, $t \in E_{t_0}$ и $\varphi(t,s)$ n раз непрерывно дифференцируема по t.

Утверждение справедливо и при $s_1 \to \infty$, если интеграл $\int_{s_0}^{\infty} \underset{\varphi(t,s)}{x}(t,s)\Phi(s)ds$ сходится, и допускает n-кратное дифференцирование по t под знаком интеграла.

4) Если все коэффициенты $a_{pj}(t)$ и отклонения $\tau_j(t)$ действительны, то действительная и мнимая части комплексного решения являются решениями того же уравнения [1, стр. 56]

Линейные неоднородные уравнения обладают следующими столь же очевидными свойствами:

1) Линейное преобразование неизвестной функции и преобразование независимого переменного не нарушают линейности уравнения.

2) Сумма $\underset{\varphi}{\bar{x}}(t) + \underset{\varphi_1}{x_1}(t)$ решения $\underset{\varphi}{\bar{x}}(t)$ неоднородного уравнения и решения соответствующего

однородного уравнения $\underset{\varphi_1}{x_1}(t)$ является решением неоднородного уравнения $\underset{\varphi+\varphi_1}{x}(t),$ определяемого начальной функцией $\varphi+\varphi_1$.

3) Справедлив принцип наложения: сумма $\sum_{i=1}^{k}\underset{\varphi_i}{x}(t)$ решений $\underset{\varphi_i}{x}(t)$ уравнений $L(x(t))= f_i(t)(i=1,2,...,k)$ является решением $\underset{\sum_{i=1}^{k}\varphi_i}{x}(t)$ уравнения $L(x(t))=\sum_{i=1}^{k} f_i(t).$

Это утверждение остается справедливым и при $k\to\infty$, если ряд $\sum_{i=1}^{\infty}\underset{\varphi_i}{x}(t)$ сходится и допускает n-кратное почленное дифференцирование.

4) Если все коэффициенты $a_{pj}(t)$ и отклонения $\tau_j(t)$ действительны, то действительная часть $u(t)$ решения $\underset{\varphi+i\psi}{x}(t)=u(t)+iv(t)$ уравнения $L(x(t))= f(t)$ и его мнимая часть $v(t)$ являются соответственно решениями уравнений

$$L(x(t)) = \operatorname{Re} f(t), u(t) - \underset{\varphi}{x}(t)$$

и

$$L(x(t))=\operatorname{Im} f(t), v(t)=\underset{\psi}{x}(t).$$

Свойство 2) позволяет заменой переменных $x(t)=\underset{\varphi}{\overline{x}}(t)+y(t)$ свести исследование линейного неоднородного уравнения к исследованию соответствующего однородного уравнения [2, стр. 74]

Решение линейного однородного уравнения (2) $\underset{\varphi}{x}(t)$ при каждом фиксированном t является линейным функционалом, заданным на пространстве Ω_φ начальных функций φ, определенных на начальном множестве E_{t_0}.

Предположим, что Ω_φ является линейным нормированным пространством (например, пространством C_n или C_{n-1}) и в этом пространстве выбран некоторый базис $\varphi_1,\varphi_2,...,\varphi_k,...$ (в качестве базисной системы функций могут быть взяты, например, полиномы, тригонометрические или показательные функции).

Будем говорить, что решения $\underset{k}{x_k}(t),(k=1,2,...)$ уравнения (2), определяемые начальными функциями $\varphi_k(t),$, образуют фундаментальную систему решений уравнения (2), если функции $\varphi_k(k=1,2,...)$ образуют базис пространства Ω_φ.

Так как последовательность функций $\{\varphi_k\}$ образует базис пространства Ω_φ, то любая начальная функция $\varphi\in\Omega_\varphi$ может быть представлена в виде ряда

$$\varphi(t)=\sum_{k=1}^{\infty}a_k\varphi_k(t) \tag{3}$$

a_k – постоянные. В силу равномерной сходимости ряда (3) для любого $\delta>0$ можно указать такое N, что для всех $n\geq N$ последует

$$\rho_{\Omega_\varphi}(\varphi(t),\sum_{k=1}^{n}a_k\varphi_k(t))<\delta \quad . \tag{4}$$

С другой стороны, в любой метрике, в которой сохраняется непрерывная зависимость решения $\underset{\varphi}{x}(t)$ уравнения (2) от начальных функций, в соответствии со свойством 2) (стр. 60) для любого $\varepsilon > 0$ можно указать такое $\delta > 0$, что из неравенства (4) последует

$$\rho_{\Omega_\varphi}\left(\varphi(t), \sum_{k=1}^{n} a_k \varphi_k(t)\right) < \delta.$$

Таким образом, в указанном смысле

$$\underset{\varphi}{x}(t) = \sum_{k=1}^{\infty} a_k \underset{\varphi_k}{x_k}(t) \qquad (5)$$

(коэффициенты рядов (3) и (5) соответственно совпадают).

Ряд (5) дает представление для общего решения основной начальной задачи для уравнения (2) (в предположении существования решения).

Укажем еще один подход к построению общего решения линейного уравнения с отклоняющимся аргументом [3, стр.82]

Пусть теперь Ω_φ является пространством C_{n-1}. По теореме Рисса в пространстве C_{n-1} можно любой линейный функционал, а следовательно и $\underset{\varphi}{x}(t)$, представить в виде

$$\underset{\varphi}{x}(t) = \int_{E_{t_0}} \varphi(s) d_s K(t,s) \qquad (6)$$

где в правой части стоит интеграл Стилтьеса.

Ядро $K(t,s)$, как нетрудно проверить, является решением того же линейного однородного уравнения, определяемым специальными начальными условиями [4,стр.35]. Вычислить $K(t,s)$ удается лишь для простейших уравнений, однако во многих случаях можно установить некоторые свойства этой функции (например, ее неотрицательность или неположительность) и тогда представление (6) позволяет обнаружить многие свойства решения в зависимости от свойств начальной функции [5, стр.73]

Для неоднородных линейных уравнений $L(x(t)) = f(t)$ решение $\underset{0}{x}(t)$, определяемое нулевой начальной функцией, можно рассматривать как линейный функционал, определенный на пространстве C_0 непрерывных функций $f(t)$, 0 иследовательно по той же теореме Рисса

$$\underset{0}{x}(t) = \int_{t_0}^{T} f(s) d_s K_1(t,s), \quad T \geq t$$

и в этом случае, если известны хотя бы некоторые свойства ядра $K_1(t,s)$, можно исследовать свойства решения $\underset{0}{x}(t)$ в зависимости от вида функций $f(t)$ [6,стр.93]

Список литературы

1. **Мышкис А. Д.** Линейные дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом. Гостехиздат, 1951.
2. **Норкин С. Б.** Дифференциальные уравнения второго порядка с запаздывающим аргументом. «Наука», 1965.
3. **Власов В.В.** Об оценках решений дифференциально-разностных уравнений нейтрального типа // Известия вузов, 2000, т.455, N4.
4. **Власов В.В., Иванов С.А.** О точных оценках решений дифференциально-разностных уравнений нейтрального типа // ДАН, 2006, т.406, N5.
5. **Лесных А.А.** Оценки решений запаздывающих уравнений с переменными коэффициентами // Фундаментальная и прикладная математика, 2006, т.12, вып.5.
6. **Эльсгольц Л. Э.** Дифференциальные уравнения. Москва, Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1957.