

DOI: 10.55090/19964552\_2023\_2\_112\_129

# ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ШКОЛЬНОГО КУРСА ФИЗИКИ

Ловягин Сергей Александрович,

кандидат педагогических наук, учитель физики

АНОО «Хорошевская школа», г. Москва

 lovyagins@gmail.com

---

## АННОТАЦИЯ

Как глубоко цифровые технологии способны изменить изучение физики в основной школе? Пятилетний опыт внедрения цифровой среды и цифровых инструментов в образовательном процессе АНОО «Хорошевская школа» показывает, насколько глубокой и эффективной в реализации ФГОС ООО может быть цифровая трансформация учебного предмета, если она охватывает все стороны обучения физике. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-14215.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** методика обучения физике; цифровая трансформация; цифровая среда; цифровая платформа; цифровые инструменты.

# DIGITAL TRANSFORMATION OF THE SCHOOL PHYSICS

Lovyagin S. A.,

Candidate of Sciences in Pedagogy, Physics Teacher

ANOO Khoroshevskaya School, Moscow

---

## ABSTRACT

How can digital technologies change the study of physics in the school? The five-year experience using digital environment in the educational process of Khoroshevskaya School shows how deep and effective the digital transformation can be in the implementation of the Federal State Educational Standard, if it covers all aspects of teaching physics.

**KEYWORDS:** methods of teaching physics; digital transformation; digital environment; digital platform; digital tools.

## ВВЕДЕНИЕ

Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования требует от школы высокой эффективности в достижении широкого спектра образовательных результатов. Наряду с предметными все более важную роль играют метапредметные и личностные результаты, которые требуют от учителя владения разнообразными и гибкими педагогическими приемами. Удерживать в сознании, планировании, проведении и оценке уроков такое обилие компонентов чрезвычайно сложно. В итоге результаты международных сравнительных исследований, ориентированных на оценку естественнонаучной грамотности, демонстрируют каждый раз невысокие показатели российских учащихся. При этом оценка предметных результатов по физике в формате государственной итоговой аттестации (ЕГЭ) на протяжении последних десяти лет также демонстрирует стабильно низкие показатели, средний уровень которых близок к отметке «тройка» [5].

Для повышения результативности образовательного процесса требуется эффективный педагогический инструментарий. Наибольшим потенциалом в этом отношении обладают разнообразные цифровые инструменты и сервисы. Согласно аналитическому обзору ВШЭ, цифровая трансформация образования — это системное обновление требуемых образовательных результатов, содержания образования, организационных форм и методов учебной работы, оценивания образовательных результатов, использующее потенциал цифровых технологий для повышения эффективности образовательного процесса [6]. Авторы обзора уверены, что именно цифровая трансформация образования способна совершить качественный скачок в реализации ФГОС.

Цифровая трансформация начинается с внедрения в образовательный процесс цифровой платформы, которая решает целый ряд задач: фиксация и дифференциация целей, прямой и постоянный доступ учащихся к содержанию образования, персонализированный учебный процесс с расширенным благодаря цифровым технологиям спектром форм и методов учебной работы, постоянная оперативная оценка и мониторинг образовательных результатов. В АНОО «Хорошевская школа» этот процесс был запущен в 2018 году. За пять лет реализации проекта накоплен большой опыт, разработаны цели, содержание, учебные материалы, средства и технологии оценивания образовательных результатов, формы учебной работы в гибридном формате. В публикуемом материале описана проекция этого процесса

на учебный предмет «Физика» для 7–9 классов. Апробация и совершенствование модели цифровой трансформации курса физики [4] проходит уже пятый цикл. Содержание предмета отражено в рабочей программе, опубликованной в монографии [1].

Нами был выбран 4-й уровень цифровой трансформации [7], в котором при помощи цифровых технологий меняются все стороны образовательного процесса: образовательные результаты, содержание образования, организация учебной работы и способы оценивания ее результатов. Ниже описано, какие изменения были сделаны в учебном предмете на уровне основного общего образования.

### Система учебных ориентиров и целей учебного предмета

Для формирования регулятивных действий самоорганизации и самоконтроля учащимся предлагается система учебных ориентиров разного масштаба:

- межпредметные понятия (универсальные концепты);
- «большие идеи» — ключевые идеи, принципы, теории, которые образуют основную структуру содержания предмета;
- система разноуровневых целей — образовательных результатов.

*Таблица 1.*

#### Уровневое описание образовательных результатов (пример предметных результатов модуля «Всемирное тяготение»)

Уровень сложности	Обучающийся научится:
Целевой	объяснять движение планет и космических аппаратов;
Базовый	– рассчитывать центростремительное ускорение, линейную и угловую скорости;
	– использовать закон всемирного тяготения для расчета масс и расстояний взаимодействующих тел;
	– описывать закономерности движения планет и спутников,
	– рассчитывать скорость планет и космических аппаратов;
	– объяснять причину невесомости;
	– объяснять, почему тела различной массы имеют одинаковое ускорение свободного падения.

Описание предметных образовательных результатов (учебных целей) дается отдельно для каждого учебного модуля (тематического блока) и сгруппировано по уровням сложности: целевой (3.0, высокий) и базовый (2.0, средний). Целевой результат в сжатом виде описывает основное, когнитивно сложное действие учащегося, демонстрация которого свидетельствует о полном освоении данного тематического блока программы. Целевой результат носит комплексный характер и складывается из нескольких более простых, базовых действий (*табл. 1*).

Используя цифровую платформу, учащийся видит содержание предмета на весь учебный год, понимает, каковы цели каждой изучаемой темы, и планирует свой уровень достижений образовательных результатов.

### **Модульная структура содержания учебного предмета**

Содержание предмета структурировано в укрупненные тематические блоки (учебные модули), объединяющие несколько элементов содержания, тесно связанных друг с другом. Это создает возможности интеграции материала вокруг большой идеи, концентрированно выражающей самую важную информацию учебного модуля.

Модуль обеспечивает достижение соответствующей учебной цели. К каждому элементу цели (целевому и базовому) учащемуся предлагаются учебные задания на выбор, а также задания для самопроверки и фиксации достигнутого результата.

Содержание учебного модуля избыточно, что дает возможность учащимся выбирать задания. По мере продвижения учащегося, совокупность его выборов складывается в уникальную для каждого образовательную траекторию (*табл. 2–4*).

Основу содержания составляют экспериментальные исследовательские задания, которым мы дали название «лабораторные исследования». Формулировка заданий дает возможность учащимся проводить исследование с высокой степенью самостоятельности. Выполнение исследовательских заданий предполагает использование цифровых инструментов для фиксации результатов, обработки и представления данных, моделирования. Лабораторное исследование, включает создание отчета и презентацию результатов. Оно рассчитано на 30–40 минут учебного времени. В процессе выполнения исследовательских заданий наряду с предметными знаниями и умениями формируются исследовательские и цифровые навыки, а также компетенции XXI века, самоорганизация и самоконтроль.

Таблица 2.

## Модульная структура курса физики в 7 классе.

№	Название модуля	Часы	Образовательный результат: «Ученик может»	Большая идея
1	Исследовательский модуль	6	Спланировать и провести исследование предложенной ситуации.	Можно самостоятельно получить верное знание, если использовать научный метод.
2	Строение вещества	4	Объяснять различия агрегатных состояний с помощью молекулярной модели	При делении вещества есть предел, который называется атом или молекула.
3	Механическое движение	4	Определить путь, время или скорость движения тела по условиям задачи или графику	Скорость — универсальное понятие, которое можно применить к любому процессу.
4	Закон Гука	6	Сконструировать динамометр и измерить с его помощью вес предмета	Природа подчиняется строгим математическим законам.
5	Гравитация	4	Измерить, рассчитать и объяснить различные величины: вес, масса, сила тяжести	Земля движется вокруг Солнца по той же причине, по которой яблоко падает на землю.
6	Трение	6	Экспериментально определить коэффициент скольжения	Без трения мы не могли бы ходить и ездить.

№	Название модуля	Часы	Образовательный результат: «Ученик может»	Большая идея
7	Закон Архимеда	6	Определить при помощи измерений и расчетов, будет ли предмет плавать или тонуть	Жидкая и газообразная среда действует на тело с силой, направленной противоположно гравитации. Ее величина тем больше, чем больше объем тела.
8	Давление	6	Применить закон Паскаля и формулы давления твердого тела и жидкости для объяснения и расчета	Все моря и океаны Земли связаны друг с другом по принципу сообщающихся сосудов.
9	Атмосферное давление	6	Объяснить физические явления, используя понятие «атмосферное давление»	Мы живем на дне воздушного океана, который своим весом и постоянным движением, вызываемым нагреванием Солнца, оказывает на нас непрерывное воздействие.
10	Простые механизмы	8	Применить закон рычага и понятие центра тяжести для расчета сил и анализа ситуаций равновесия	Тело человека подчиняется физическим законам. Знание этих законов поможет тебе лучше управлять своим телом.
11	Механическая энергия	12	Определить затраты энергии собственного тела на движение	Ничто не может нарушить закона сохранения и превращения энергии. Энергию невозможно создать из ничего.

Таблица 3.

## Модульная структура курса физики в 8 классе.

№	Название модуля	Часы	Образовательный результат: «Ученик может»	Большая идея
1	Тепловые явления	4	Объяснять тепловые явления с помощью молекулярной теории.	Температура — показатель скорости движения молекул.
2	Теплопередача	4	Объяснять явления нагревания и охлаждения, описывая способ теплопередачи.	Постоянное движение земной атмосферы вызвано различными способами передачи тепла, получаемого от Солнца.
3	Внутренняя энергия	6	Рассчитывать количество теплоты в эксперименте.	Тепло — это энергия внутреннего движения молекул.
4	Агрегатные состояния	8	Объяснять изменение энергии тела при смене агрегатного состояния.	Смена агрегатных состояний сопровождается изменением внутренней энергии.
5	Тепловые двигатели	6	Предлагать и анализировать варианты сокращения выбросов CO <sub>2</sub> в атмосферу, используя знание о тепловых явлениях.	Тепловые двигатели значительно увеличивают возможность человека, но наносят вред окружающей среде.
	Электрический заряд	6	Объяснять явления электростатического притяжения и отталкивания, используя понятие электрического заряда.	Все атомы состоят из заряженных частиц. В нормальном состоянии положительный заряд скомпенсирован отрицательным. Электрическое поле наблюдается в тех местах, где заряд одного знака больше, чем другого.

№	Название модуля	Часы	Образовательный результат: «Ученик может»	Большая идея
	Электрический ток	6	Объяснять связь силы тока и массы осажденной на электродах меди.	Электрический ток — вынужденное движение заряженных частиц под действием внешней силы.
	Закон Ома	10	Экспериментально определять сопротивление проводника.	Сила тока зависит от соотношения напряжения и сопротивления. При малом сопротивлении сила тока может быть очень велика. Это опасно!
	Работа электрического тока	6	Рассчитывать электрическую энергию и мощность по данным эксперимента.	Эффективное использование электроэнергии может сберечь планету.
	Электрические явления	6	Объяснять работу электродвигателя постоянного тока.	Электрические и магнитные явления взаимосвязаны.
	Электрическая индукция	6	Объяснять работу индукционного генератора электрического тока.	Электромагнитная индукция — основной способ получения электроэнергии.



Таблица 4.

## Модульная структура курса физики в 9 классе.

№	Название модуля	Часы	Образовательный результат: «Ученик может»	Большая идея
1	Механическое движение	12	Экспериментально определять ускорение на основе данных зависимости пути от времени.	Моделирование — универсальный научный метод познания.
2	Законы Ньютона	12	Определять силу или массу тела, анализируя причины изменений в его движении.	Знание параметров движения позволяет предсказать будущее системы.
3	Всемирное тяготение	12	Объяснять движение планет и космических аппаратов.	Закон гравитации имеет универсальное значение: планеты, космические станции, галактики испытывают притяжение небесных тел, которое тем больше, чем они массивнее, и тем сильнее, чем они ближе друг к другу.
4	Импульс	6	Использовать закон сохранения импульса для расчета массы и скорости взаимодействующих тел.	Реактивное движение — результат закона взаимодействия.
5	Энергия	6	Использовать закон сохранения энергии для расчета характеристик движения тела.	Энергия может превращаться из одного вида в другой, но при этом она не исчезает и не появляется, то есть сохраняется.
6	Колебания	6	Экспериментально определять параметры колебаний маятника.	Периодические процессы в природе и на небе дали счет времени.
7	Волны и звук	9	Определять длину звуковой волны.	Звук — это распространяющиеся в пространстве колебания воздуха.

№	Название модуля	Часы	Образовательный результат: «Ученик может»	Большая идея
8	Электромагнитные волны	6	Объяснять, как свет может распространяться в пустом пространстве, используя понятие электромагнитного поля.	Свет распространяется в пространстве в виде волн. Волны эти представляют собой электромагнитные колебания, распространяющиеся в пространстве с конечной скоростью.
9	Распространение света	6	Строить путь световых лучей в зеркале и призме	Для описания распространения света можно использовать геометрические представления: прямая, луч, угол, плоскость.
10	Линзы	6	Строить изображение предмета в собирающей линзе.	Преломление света в линзе позволяет сфокусировать свет. Это лежит в основе создания изображений. Размер изображения может быть увеличенным или уменьшенным в зависимости от линзы и расстояния до предмета.
11	Спектры	6	Описывать процесс испускания и поглощения света с помощью модели атома Бора.	Восприятие цвета человеком — сложный процесс, в котором участвует мозг, глаз и свет. С точки зрения физики цвет определяется длиной световой волны. В то время как глаз и мозг не отличают смешанный цвет от монохроматического.
12	Атомная энергия	6	Объяснять источник атомной энергии	Изменение состава атомного ядра дает гигантскую энергию, которая может быть использована человеком на благо и во вред.

Благодаря постоянной работе в цифровой среде у учащихся формируется широкий спектр цифровых навыков. Это дало возможность расширить список метапредметных образовательных результатов рабочей программы по физике, включив в него в явном виде компоненты цифровой грамотности в виде следующих умений (универсальных учебных действий):

- использовать возможности цифровой платформы для индивидуального планирования, самоконтроля и самооценки учебного процесса;
- собирать данные с помощью цифровых датчиков;
- применять инструменты визуализации и обработки данных;
- проводить компьютерные эксперименты;
- использовать компьютерное моделирование;
- применять фотофиксацию, видеосъемку и видеонализ;
- использовать алгебраические калькуляторы для расчетов;
- применять виртуальную и дополненную реальность.

### Организация процесса обучения

Процесс обучения выстроен в логике персонализированной модели образования [2]. Он обеспечивает ученику возможность выбора: уровня образовательных результатов; способов их достижения; темпа учебного процесса; способа демонстрации результатов.

Занятия проходят в формате двояных уроков, что позволяет выполнить полный цикл освоения предметной темы: от постановки проблемы и целей занятия через экспериментальное исследование к ответу на проблемный вопрос, формулированию большой идеи (основной мысли), применению полученных знаний, самопроверке и самооценке достигнутых результатов.

Внутри каждого учебного модуля планирование достижения его целей отражается в навигаторе. Навигатор содержит список планируемых образовательных результатов учебного модуля, а также перечень всех заданий, выполнение которых формирует и проверяет соответствующие знания и умения. Для каждого задания указано примерное время выполнения, ориентированное на ученика со средним темпом учебной работы. Навигатор — важнейший инструмент для формирования регулятивных учебных действий: он обеспечивает учащемуся опору в самостоятельном планировании, мониторинге и оценке результатов учебного процесса.

Таблица 5.

**Планирование (навигатор) модуля «Колебания»,  
6 часов, 9 класс.**

Цель изучения: «Я могу...»		Задания. Время в минутах
План на первую неделю модуля. Математический маятник		
2.0	Измерять период и амплитуду колебаний, Рассчитывать частоту колебаний по измерениям периода, Использовать для расчетов формулу периода колебаний математического маятника, Определять по графику основные параметры колебаний,	Для чего в первых механических часах был маятник? Мотивирующее задание. 5 Демонстрация. Нитяной маятник. 5 Лабораторное исследование. От чего зависит период колебаний нитяного маятника? 20 Математический маятник. Посмотри, почитай, законспектируй. 10 Задачи на математический маятник. 15 Тест. Математический маятник. 5 Симуляция. Математический маятник. 15
План на вторую неделю модуля. Пружинный маятник		
2.0	Использовать для расчетов формулу периода колебаний пружинного маятника, Описывать превращение энергии при колебаниях, Описывать условия и результат резонанса.	Демонстрация. Пружинный маятник. 5 Лабораторное исследование. От чего зависит период колебаний пружинного маятника? 20 Пружинный маятник. Посмотри, почитай, законспектируй. 10 Задачи на пружинный маятник. 10 Тест. Колебания. 5 Демонстрация. Резонанс. 5 Симуляция. Определение массы тела по периоду колебаний. 10 Карта понятия «Колебания». 20
Подведение итогов модуля		
3.0	Экспериментально определять параметры колебаний маятника.	Итоговая. Определение жесткости пружины/ускорения свободного падения с помощью маятника. 40 Итоговое обсуждение большой идеи модуля. 5

Навигатор состоит из нескольких горизонтальных блоков — по числу учебных недель, выделенных рабочей программой на изучение данного модуля. Внутри каждого блока указана связь заданий и тех результатов, на которые эти задания работают или с помощью которых констатируется достижение этих результатов. Последовательность заданий каждого блока навигатора фактически отражает полный микроцикл обучения (табл. 5).

Для реализации персонализированного подхода в начале каждого занятия формулируются цели (образовательные результаты), демонстрируется общий план учебной работы, направленной на достижение этих целей. В конце занятия проводится рефлексия в форме самооценки результатов, достигнутых индивидуально каждым. Это помогает учащимся формировать регулятивные умения.

На основе выводов и обобщений, сделанных в итоге лабораторных исследований, осваивается теоретический материал, вводятся новая терминология, даются формулировки законов. Освоение теоретического материала дополняется компьютерным экспериментом с использованием виртуальных лабораторий и симуляций. Решение задач использует инструменты компьютерной алгебры, облегчающие процесс преобразований и расчета.

## Оценивание образовательных результатов учебного предмета

Оценивание образовательных результатов использует компетентностный (результативный) подход и уровневую дифференциацию.

Формулировки образовательных результатов представляют собой описания действий учащегося и допускают непосредственную оценку и самооценку.

Оценивание выполненных учащимся заданий фиксирует уровень достигнутых ими образовательных результатов. Основным способом оценивания — формирующее: задания, которые предлагаются учащимся для последовательного достижения учебной цели, сами по себе являются диагностическим материалом. Благодаря использованию цифровой платформы результат их выполнения фиксируется и дает достаточно подробную картину прогресса каждого ученика.

Констатирующее оценивание по каждому модулю опирается на итоговые проверочные работы, имеющие чаще всего формат индивидуально выполняемых экспериментальных заданий и набор критериев оценки достигнутого образовательного результата.

В каждом модуле оценка результата соответствующего уровня происходит в простой форме: достигнут — не достигнут, или достигнут при условии

оказания помощи. Недостигнутый результат — это не двойка, а необходимость вернуться к учебным заданиям. Балльная отметка за выполненное задание не ставится. Это дает возможность слабым учащимся быть успешными, шаг за шагом достигая результатов базового уровня.

Благодаря цифровой платформе реализуется система полного освоения, поскольку она дает возможность оценить каждый образовательный результат у каждого учащегося (рис. 1).

## Цифровая образовательная среда

В качестве основного инструмента реализации цифровой трансформации используется цифровая платформа «Сберкласс». Ее концепция и структура вынуждают разработчика учебного курса выстраивать модульную структуру, формулировать большие идеи и образовательные результаты для каждого модуля, опираться на планируемые результаты при разработке заданий и оценке их выполнения [3]. Платформа применяется учителями в варианте смешанного обучения: учебный процесс проходит очно, в лаборатории физики; учитель организует и наблюдает учебный процесс и взаимодействие учащихся, дает устную обратную связь. Цифровая платформа поддерживает учащихся в этом процессе, выполняя одновременно функцию учебника, задачника и частично учителя (навигация и оценка). Она обеспечивает:

- персонализированный учебный процесс;
- высокую степень самостоятельности учебной работы;
- прямой и постоянный доступ учащихся к содержанию образования;
- уровневую дифференциацию;
- постоянную оперативную оценку и мониторинг образовательных результатов;
- фиксацию цифрового следа учащегося.

На уроке и дома каждый ученик использует персональное цифровое устройство: планшет, ноутбук или смартфон; в первую очередь для доступа к цифровой платформе, а также к многообразным цифровым инструментам измерения, моделирования, обработки, визуализации и анализа данных, демонстрации результатов учебной работы. Существенно, что персональное устройство необходимо учащимся не более 20% времени урока (таблица 1): это выполнение тестов, использование ресурсов Интернета, чтение текстов заданий и сдача результатов на платформу (в основном в виде фотокопий). Дополнительно — для компьютерного моделирования, получения и обработки данных с цифровых датчиков.

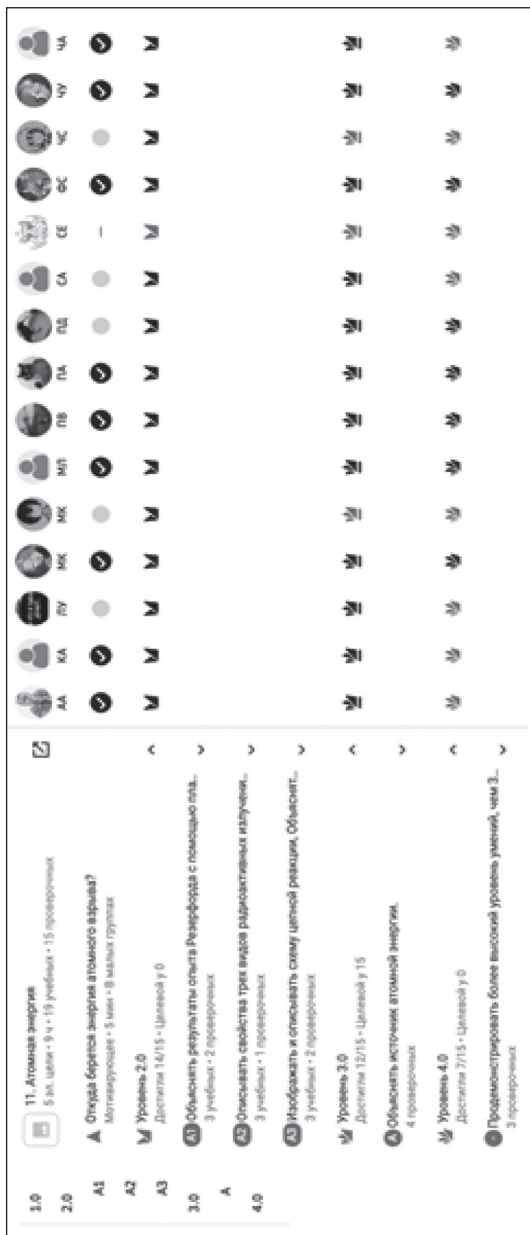


Рис. 1. Скриншот цифровой платформы с фиксацией результатов.

Таблица 6.

**Распределение времени по видам учебной работы в модуле  
(на примере модуля «Колебания», 9 класс,  
длительность 6 уроков по 40 минут).**

Виды учебной работы в учебном модуле	Время, минуты	Доля от общего времени, %
1. Планирование, оценка и самооценка результатов	10	4
2. Наблюдение и описание экспериментов (демонстрационных и лабораторных)	25	10
3. Лабораторные эксперименты, включая итоговую работу (за вычетом расчетной части)	80	33
4. Обсуждение (проблемных вопросов, итогов лабораторных исследований, большой идеи)	15	6
5. Решение задач (включая расчеты в лабораторных и учитывая расчеты с применением компьютера)	35	15
6. Самопроверка в тестовом формате (на платформе)	15	6
7. Работа с информационными источниками и конспектирование	20	8
8. Повторение и систематизация информации	25	10
9. Виртуальные эксперименты на компьютере	15	6
<b>Всего</b>	<b>240</b>	

Разнообразные цифровые инструменты (датчики, симуляторы, редакторы, виртуальные среды, алгебраические калькуляторы, интернет, смартфон, ноутбук) значительно расширяют возможности учебной работы и проведения исследований.

## Заключение

Реализуемая школой цифровая трансформация образования способствует решению целого ряда проблем повышения эффективности образовательного процесса:

1. облегчает ориентацию ученика в целях, содержании и способах достижения результатов (регулятивные действия);



2. обеспечивает прямой и постоянный доступ учащихся к содержанию образования, фиксирует структуру и иерархию предметного содержания;
3. помогает учителю организовывать учебный процесс, обеспечивая самостоятельную работу учащихся (индивидуализация);
4. позволяет учитывать достижение каждого образовательного результата у каждого учащегося;
5. обеспечивает оперативную оценку и мониторинг образовательных результатов.

Основные результаты апробации: перевод школы в дистант в 2020 г. практически не сказался на результативности учебной работы благодаря опыту смешанного обучения; проведенная в 2021 г. внешняя экспертиза учебных материалов показала высокую степень соответствия ФГОС, в том числе на предмет развития метапредметных умений; результаты внешних процедур оценивания (МЦКО) показывают, что предметные результаты учащихся по физике выше среднего по г. Москве. Полученные результаты позволяют сделать вывод об эффективности разработанной модели цифровой трансформации образовательного процесса. ■

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Изучение естественных наук в современной цифровой среде: большие идеи и метапредметные умения, цифровые УМК и цифровая платформа: Монография / Под ред. Ловягина С. А. — Воронеж: Издательство «Научная книга», 2022.
2. Кириллов П. Н., Ловягин С. А. Модель результативной организации содержания школьного курса физики в условиях цифровизации и персонализации образования // Физика в школе, 2021, № 7, с. 44–51.
3. Ловягин С. А. Обучение физике в системе персонализированного образования с использованием цифровой платформы // Перспективы и приоритеты педагогического образования в эпоху трансформаций, выбора и вызовов. VI Виртуальный Международный форум по педагогическому образованию. Сборник научных трудов. Часть III. — Казань, Изд-во Казанского университета, 2020. — С.154–162.
4. Ловягин С. А., Логинова О. Б. Обновление содержания школьного курса физики на основе больших идей, глобальных контекстов и цифровизации образовательного процесса // Педагогическое образование: новые вызовы и цели. VII Международный форум по педагогическому образованию: сборник научных трудов. Ч. II. — Казань: Издательство Казанского университета, 2021. — С. 223–233.

5. Пурышева Н. С. Актуальные проблемы школьного физического образования в Российской Федерации / Н. С. Пурышева, Д. А. Исаев. // Педагогическое образование в России. — 2020. — № 6. — С. 8–15.
6. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования / А. Ю. Уваров, Э. Гейбл, И. В. Дворецкая и др.; под ред. А. Ю. Уварова, И. Д. Фрумина; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», Ин-т образования. — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019.
7. Уваров А. Ю. На пути к цифровой трансформации школы. — М.: Образование и Информатика, 2018.

## BIBLIOGRAPHIC LIST

1. Studying natural sciences in the modern digital environment: big ideas and meta-subject skills, digital teaching materials and digital platform: Monograph / Ed. Lovyagina S. A. — Voronezh: Scientific Book Publishing House, 2022.
2. Kirillov P. N., Lovyagin S. A. Model' rezul'tativnoj organizacii sodержaniya shkol'nogo kursa fiziki v usloviyah cifrovizacii i personalizacii obrazovaniya // Fizika v shkole, 2021, № 7, s. 44–51.
3. Lovyagin S. A. Obuchenie fizike v sisteme personalizirovannogo obrazovaniya s ispol'zovaniem cifrovoj platformy // Perspektivy i priority pedagogicheskogo obrazovaniya v epohu transformacij, vybora i vyzovov. VI Virtual'nyj Mezhdunarodnyj forum po pedagogicheskomu obrazovaniyu. Sbornik nauchnyh trudov. CHast' III. — Kazan', Izd-vo Kazanskogo universiteta, 2020. — S. 154–162.
4. Lovyagin S. A., Loginova O. B. Obnovlenie sodержaniya shkol'nogo kursa fiziki na osnove bol'shih idej, global'nyh kontekstov i cifrovizacii obrazovatel'nogo processa // Pedagogicheskoe obrazovanie: novye vyzovy i celi. VII Mezhdunarodnyj forum po pedagogicheskomu obrazovaniyu: sbornik nauchnyh trudov. CH. II. — Kazan': Izdatel'stvo Kazanskogo universiteta, 2021. — S. 223–233.
5. Puryшева N. S. Actual problems of school physical education in the Russian Federation / N. S. Puryшева, D. A. Isaev. // Pedagogical education in Russia. — 2020. — No 6. — P. 8-15.
6. Problems and prospects of digital transformation of education / A. Yu. Uvarov, E. Gable, I. V. Dvoretzkaya et al.; ed. A. Yu. Uvarov, I. D. Frumin; National research University «Higher School of Economics», Institute of Education. — М.: Ed. house of the Higher School of Economics, 2019.
7. Uvarov A. Yu. Na puti k cifrovoj transformacii shkoly. — М.: Obrazovanie i Informatika, 2018.