

Государственное учреждение образования  
«Средняя школа № 16 г. Пинска»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ КОНДЕНСАТОРА  
С ЗАДАНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Конспект учебного занятия для учащихся 10 классов  
инженерной направленности

Автор  
Федорино Сергей Иванович,  
учитель физики

## Пояснительная записка

### 1. Соответствие работы целям и задачам Конкурса

Представленная методическая разработка: «Проектирование и создание конденсатора с заданными параметрами» в полной мере соответствует ключевой цели Конкурса — «Формирование и развитие инженерного мышления на уроках и факультативных занятиях» в 10 классах инженерной направленности. В отличие от традиционного репродуктивного подхода, где ученик лишь воспроизводит знания, данный урок погружает его в деятельность, имитирующую полный цикл работы современного конструкторского бюро. Формирование инженерного мышления достигается через решение комплекса взаимосвязанных задач:

- **Постановка и декомпозиция проблемы.** Учащиеся не просто получают задание, а анализируют технические требования (фиксированная ёмкость конденсатора) и ограничения (допустимая погрешность, ограниченные ресурсы), что является первым шагом в любом реальном проекте.
- **Модельно-ориентированное проектирование.** Центральным элементом урока является работа с AI-симулятором (предсказательной моделью на базе Google Sheets). Этот этап развивает прогностические и оптимизационные навыки. Учащиеся учатся проводить виртуальные эксперименты, анализировать зависимости между параметрами и выбирать оптимальное решение, не прибегая к затратному методу проб и ошибок.
- **Принятие решений на основе данных.** Выбор окончательной конструкции конденсатора основан не на интуиции, а на данных, полученных в ходе цифрового моделирования. Это формирует культуру data-driven подхода, являющуюся стандартом в современной инженерии.
- **Материализация проекта и анализ расхождений:** Этап физической сборки конденсатора развивает практические навыки и точность исполнения. Последующий анализ разницы между спрогнозированной и реальной ёмкостью является важнейшим элементом развития критического инженерного мышления. Учащиеся на практике убеждаются, что любая модель является упрощением, и учатся выявлять неучтённые физические факторы (неоднородность диэлектрика, воздушные зазоры, погрешности сборки), влияющие на конечный результат.

Таким образом, урок последовательно проводит учащихся через все ключевые стадии инженерной деятельности: от анализа технического задания до рефлексии над результатами испытаний, что напрямую способствует повышению качества образовательного процесса в профильных классах.

### 2. Актуальность методической разработки

Актуальность данной разработки урока обусловлена её соответствием глобальным трендам в образовании и запросам высокотехнологичной экономики.

- **Реализация STEM-подхода.** Урок является образцовым примером междисциплинарной интеграции, объединяя фундаментальные знания по физике

(электростатика), математике (расчёты, анализ погрешностей), информационным технологиям (работа с цифровой моделью) и инженерии (проектирование, прототипирование). Современное производство немислимо без инструментов цифрового моделирования и «цифровых двойников». Урок в доступной и наглядной форме знакомит старшеклассников с этой парадигмой, сокращая разрыв между школьной программой и реальными требованиями ведущих отраслей и технических университетов.

- **Формирование «гибких навыков».** Групповой проектный формат работы способствует развитию ключевых компетенций XXI века, а именно:
  - **Коммуникация:** обсуждение и защита проектного решения внутри команды.
  - **Коллаборация:** распределение ролей и совместная работа над общей задачей.
  - **Критическое мышление:** анализ ограничений модели и причин расхождения прогноза с реальностью.
  - **Креативность:** поиск оптимальной конструкции в условиях ресурсных ограничений.
- **Повышение мотивации и профориентация.** Урок уходит от абстрактных задач к решению квазиреального инженерного кейса, что значительно повышает познавательный интерес. Учащиеся получают возможность «примерить» на себе роль инженера-разработчика, что способствует осознанному выбору будущей профессии.

### 3. Новизна используемых подходов

Новизна разработки заключается не столько в применении отдельных технологий, сколько в их системной интеграции и смене самой педагогической парадигмы урока.

- **Смена когнитивной задачи.** Происходит переход от стандартной задачи «Рассчитать ёмкость по известным параметрам» или «Собрать конденсатор с максимальной ёмкостью» к инверсной инженерной задаче: «Подобрать параметры для получения заданной ёмкости». Это принципиально меняет уровень сложности и тип мыслительной деятельности, переводя её с репродуктивного на продуктивный и творческий уровень.
- **Педагогический приём «AI-симулятор».** Ключевой инновацией является использование предсказательной таблицы как дидактического инструмента, имитирующего работу сложных AI-систем. Это не технология ради технологии, а мощный педагогический инструмент, позволяющий:
  - визуализировать абстрактные зависимости из формулы;
  - организовать исследовательскую деятельность в цифровой среде;
  - ввести учащихся в базовые принципы модельно-ориентированного проектирования.
- **Изменение роли учителя.** Учитель из транслятора знаний превращается в руководителя проектного офиса. Он не даёт готовых ответов, а ставит проблему, предоставляет инструменты для её решения и организует экспертную оценку результатов, направляя рефлекссию учащихся.

- **Интеграция геймификации.** Соревновательный элемент (побеждает команда с наименьшим отклонением от технического задания) и деловая игра («конструкторское бюро») служат эффективными средствами повышения вовлечённости и мотивации.

#### **4. Практикоориентированность и возможность применения разработки**

Данная методическая разработка обладает высоким потенциалом для тиражирования и внедрения в широкую образовательную практику благодаря следующим факторам:

- **Низкие требования к ресурсам.** Для проведения урока не требуется дорогостоящее специализированное оборудование. Необходимые материалы общедоступны и имеют низкую стоимость. В качестве инструмента для работы с AI-симулятором могут быть использованы любые устройства, имеющиеся у учащихся: смартфоны, планшеты или школьные компьютеры с доступом к облачным таблицам.
- **Высокая адаптивность.** Предложенный методический каркас: «*Техническое задание* → *Цифровое моделирование* → *Прототипирование* → *Анализ*» — является универсальным и может быть легко адаптирован для изучения других тем курса физики. Например: 1) «Проектирование электрической цепи с заданным сопротивлением», 2) «Расчёт оптимального угла броска тела для достижения заданной дальности», 3) «Создание катушки индуктивности с требуемыми параметрами».
- **Полнота методического пакета.** Разработка включает в себя не только подробный конспект урока, но и готовые дидактические материалы (проектный лист для групп, шаблон AI-симулятора), что минимизирует время на подготовку для других педагогов.
- **Прозрачность и измеримость результатов.** Критерии успеха в уроке (процент отклонения от заданной ёмкости) являются объективными и легко измеримыми, что позволяет провести чёткую и понятную оценку результатов деятельности учащихся.

**5. Заключение.** Представленная разработка является комплексным, педагогически обоснованным и технологически актуальным решением, демонстрирующим эффективный способ интеграции современных инженерных практик в школьный курс физики и способствующим формированию у учащихся компетенций, востребованных в XXI веке.

## Методическая разработка учебного занятия

**Эпиграф к уроку:** «Любая достаточно развитая технология неотличима от магии».

— Артур Кларк

**Тема:** Проектирование и создание конденсатора с заданными параметрами.

**Цели урока:**

**Образовательные (предметные).** Обеспечить применение и углубление знаний по теме «Электроёмкость. Конденсаторы» в ходе решения практико-ориентированной инженерной задачи; сформировать у учащихся опыт прохождения полного проектного цикла: анализ технического задания → моделирование → прототипирование → испытания → рефлексия.

**Развивающие (метапредметные).**

- Развитие инженерного мышления: умения работать в условиях ограничений, принимать решения на основе анализа данных, анализировать расхождения между теоретической моделью и реальным объектом.
- Развитие навыков 4К (ключевых компетенций): коллаборации (работа в команде), коммуникации (защита своего решения), критического мышления (анализ погрешностей) и креативности (поиск оптимальной конструкции).
- Формирование основ цифровой грамотности через использование предсказательной модели AI-симулятора.

**Воспитательные (личностные).** Воспитание ответственности за конечный результат, культуры точных измерений и аккуратности при выполнении практической работы; повышение мотивации к изучению физики через демонстрацию её прикладного значения в современных технологиях.

**Тип урока.** Урок-практикум с элементами проектной деятельности.

**Формы работы.** Групповая (работа в «конструкторских бюро»), фронтальная, индивидуальная.

**Оборудование и материалы.** Для каждой группы (4-5 групп): проектный лист конструкторского бюро (Приложение 2); набор материалов: алюминиевая фольга; ножницы; линейка; скотч; изолированные провода; набор диэлектриков: бумага офисная, полиэтиленовая плёнка, лавсановая плёнка, покровные стёкла; микрометр (штангенциркуль) для измерения толщины диэлектриков; смартфон (планшет, ноутбук) с доступом в интернет для работы с AI-симулятором (Приложение 3).

**Стол учителя («Станция испытаний»).** Цифровой мультиметр для измерения электрической ёмкости, компьютер и проектор для вывода на доску сводной таблицы результатов.

**Программное обеспечение.** AI-симулятор на базе Google Sheets — ссылка предоставляется по QR-коду в проектном листе (Приложение 3).

## Ход урока

### I. Организационно-мотивационный этап (3 мин)

**Слайд на доске:** логотип вымышленной компании «Quantum Leap Electronics» и надпись «R&D Department».

**Слова учителя:** «Здравствуйте, коллеги-инженеры! Рад приветствовать вас в нашей научно-исследовательской лаборатории. Сегодня к нам поступил срочный заказ от отдела производства. Для нового устройства им требуется ключевой компонент, но стандартные детали со склада не подходят по параметрам. Нам, как ведущему конструкторскому бюро, поручено в кратчайшие сроки разработать и создать прототип этого компонента. От успеха нашей работы зависит запуск всей производственной линии. Готовы принять вызов?»

### II. Постановка цели урока. Актуализация знаний (5 мин)

**Слайд на доске:** Краткое Техническое Задание.

**Слова учителя:** «Итак, вот наше техническое задание. Нам необходимо разработать конденсатор с точной ёмкостью 1,5 нФ. Производство допускает отклонение не более 10%. У вас на столах — всё, что вы можете использовать: это наши ограниченные ресурсы. Ваша задача — не просто собрать конденсатор, а спроектировать его максимально точно. Каждое конструкторское бюро получает «Проектный лист», который станет вашим главным документом на сегодня». (Учитель раздаёт «Проектные листы для групп»).

**Слова учителя:** «Прежде чем мы начнём проектирование, давайте проведём короткий «мозговой штурм». Вспомните, от каких трёх китов, от каких ключевых параметров зависит электрическая ёмкость плоского конденсатора? Запишите их в первом блоке вашего листа». (Учащиеся в группах быстро обсуждают и записывают: площадь пластин, расстояние между ними, диэлектрическая проницаемость среды).

### III. Этап цифрового проектирования (15 мин)

**Слова учителя:** «Отлично! А теперь — главный инструмент современного инженера. Прежде чем тратить драгоценные материалы, мы создадим «цифрового двойника» нашего компонента и испытаем его виртуально. На ваших проектных листах есть QR-код. Он ведёт к нашему AI-симулятору, созданного на базе искусственного интеллекта. Это предсказательная модель, которая на основе введённых вами параметров рассчитывает ожидаемую ёмкость».

**Действия учащихся.** Группы открывают симулятор. На экране они видят простую таблицу, куда можно ввести площадь, расстояние и выбрать тип диэлектрика. Они начинают «играть» с параметрами: увеличивают площадь — видят, как растёт ёмкость; меняют бумагу на плёнку — видят изменение. Их задача

— найти такую комбинацию, которая даст прогноз, максимально близкий к 1,5 нФ.

**Роль учителя:** Учитель ходит между группами. Он не подсказывает, а задаёт вопросы: «А вы учли, что у вас всего 200 см<sup>2</sup> фольги?», «Почему вы выбрали именно этот диэлектрик? Он самый эффективный или самый предсказуемый?», «Что будете делать, если размеры покровных стёкол ограничены?», «Какая погрешность будет, если вы ошибётесь с измерением толщины на 0,01 мм?».

**Предполагаемый результат этапа:** каждая группа заполняет «Паспорт изделия» в своём проектном листе, фиксируя финальные, выбранные ими параметры.

#### IV. Этап физического прототипирования (12 мин)

**Слова учителя:** «Проекты утверждены! Теперь ваша задача — материализовать ваш цифровой чертёж. Максимальная точность и аккуратность! Помните: реальный мир не прощает ошибок, которые прощает модель. Время пошло!».

**Действия учащихся.** Начинается самая активная фаза. Группы аккуратно вырезают фольгу по рассчитанным размерам, прокладывают диэлектрик, стараясь избежать складок и воздушных пузырей, и собирают свой прототип. В классе царит атмосфера творческой, сосредоточенной работы.

**Слайд на доске:** формула для расчёта относительной погрешности измеренной электрической ёмкости.

#### V. Этап испытания и анализа данных (5 мин)

На столе учителя организована «Станция испытаний».

**Слова учителя:** «Время сборки истекло! Прошу представителей конструкторских бюро представить свои прототипы для сертификационных испытаний».

**Предполагаемый результат:** представитель от каждой группы подходит к столу. Учитель подключает изготовленный конденсатор к мультиметру, и на глазах у всего класса на экране прибора появляется значение реальной электрической ёмкости конденсатора. Учитель громко объявляет результат и вносит его в сводную таблицу на проекторе. **Сводная таблица на доске:**

Название КБ	Прогноз ёмкости от ИИ, нФ	Реальная ёмкость конденсатора, нФ	Относительная погрешность, %

#### VI. Рефлексия и подведение итогов (5 мин)

**Слова учителя:** «Коллеги, посмотрите на доску. Это итоги нашей работы. Поздравляю команду («Название»), их прототип показал наилучшее соответствие с техническим заданием! Они становятся победителями. А теперь — главный вопрос для всех. Почему почти ни у кого реальный результат не совпал с прогнозом модели? Что наша «умная» модель не учла? В чём её слабость? Ответы на поставленные вопросы позволят обучить искусственный интеллект для будущих проектов»

**Предполагаемый результат:** начинается самая важная часть урока. Ученики выдвигают гипотезы: «Мы неидеально прижали пластины, остался воздух», «Толщина бумаги по всему листу разная», «Край фольги мог быть неровным, это изменило площадь».

**Финальные слова учителя:** «Абсолютно верно! Вы на собственном опыте только что открыли для себя главный закон инженерии: любая модель — это лишь упрощение реальности. А задача настоящего инженера — не только уметь пользоваться моделью, но и понимать её границы, предвидеть те факторы, которые она не учитывает. Сегодня вы прошли весь путь: от идеи до готового изделия. Вы мыслили, как инженеры. Спасибо за отличную работу!».

**Список используемой литературы:**

1. Физика: учеб. пособие для 10 классов учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения (с электронным приложением для повышенного уровня) / Е. В. Громько [и др.]. — Минск: Адукацыя і выхаванне, 2019.
2. Дорофейчик, В. В. Сборник задач по физике: учеб. Пособие для 10-го класса учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения (базовый и повышенный уровни)/В. В. Дорофейчик, О. Н. Белая. — Минск: Национальный институт образования, 2022. — 336 с.

**Приложение 1:** Технологическая карта урока.

**Приложение 2:** Проектный лист конструкторского бюро.

**Приложение 3:** Ссылка на AI-симулятор (Google Sheets).

## Технологическая карта урока

№ п/п	Этап урока	Время, мин	Деятельность учителя	Деятельность учащихся	Используемые ресурсы
1.	<b>Организационно-мотивационный</b>	3	Создаёт атмосферу R&D-лаборатории. Приветствует учащихся как инженеров. Ставит интригующую проблему.	Настраиваются на работу, включаются в деловую игру.	Слайд с логотипом «R&D Lab», столы, расставленные для групп.
2.	<b>Постановка цели урока. Актуализация знаний</b>	5	Формулирует техническое задание. Раздаёт проектные листы. Организует «мозговой штурм».	Анализируют техническое задание, обсуждают ключевые параметры. Заполняют первый блок проектного листа.	Проектный лист, слайд с техническим заданием на доске.
3.	<b>Этап цифрового проектирования</b>	15	Выступает в роли консультанта. Наблюдает за работой групп, задаёт наводящие вопросы, не давая прямых ответов.	Работают в группах с AI-симулятором. Проводят виртуальные тесты, ищут оптимальное решение. Заполняют «Паспорт изделия».	AI-симулятор (Google Sheets), смартфоны, проектный лист.
4.	<b>Этап физического прототипирования</b>	12	Контролирует соблюдение техники безопасности. Следит за временем.	В соответствии со своим проектом собирают физический прототип конденсатора.	Наборы материалов (фольга, набор диэлектриков, штангенциркуль, ножницы, скотч, провода).
5.	<b>Испытания и анализ данных</b>	5	Выступает в роли инженера-метролога. Проводит измерения на «Станции испытаний». Вносит результаты в сводную таблицу.	Представляют свои прототипы для измерений. Наблюдают за результатами, сравнивают со своими прогнозами.	Мультиметр в роли измерений электрической ёмкости, сводная таблица на проекторе.
6.	<b>Рефлексия и подведение итогов</b>	5	Организует обсуждение результатов. Направляет анализ причин расхождения. Объявляет команду-победителя. Формулирует выводы.	Анализируют результаты. Выдвигают гипотезы о причинах погрешности. Делают выводы о проделанной работе.	Сводная таблица, проектные листы.

# Проектный лист конструкторского бюро « \_\_\_\_\_ »

Проект: высокоточный конденсатор “Capacitor C-1.5nF”

## ЭТАП 1: ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Здравствуй инженер! Ваша задача разработать и создать для электронного устройства компонент — конденсатор — с точной ёмкостью **1,5 нФ**. Отклонение не должно превышать **10%**. У вас ограниченный набор материалов и времени. **Мозговой штурм.** Вспомните и запишите три ключевых физических параметра, от которых зависит электрическая ёмкость плоского конденсатора. Рядом запишите в каких единицах измеряется каждая величина:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

## ЭТАП 2: ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Прежде чем резать и клеить, вы должны спроектировать компонент в нашей системе AI-моделирования. Она предскажет ёмкость на основе ваших параметров.

1. Получите доступ к AI-симулятору с помощью QR-кода, расположенного на этой странице
2. Проведите виртуальные тесты: меняйте параметры в симуляторе, чтобы найти оптимальную конструкцию для достижения цели в 1,5 нФ.
3. Зафиксируйте финальный проект в «Паспорте изделия» ниже. Это ваш чертёж, по которому будет идти сборка.

Паспорт изделия: “Capacitor C-1.5nF”

Схематический чертёж конструкции:

Параметр	Проектное значение
Выбранный диэлектрик	
Проектная площадь пластин (S), см <sup>2</sup>	
Проектное расстояние (d), мм	
ПРОГНОЗ AI-СИМУЛЯТОРА (C), нФ	



## ЭТАП 3: СБОРКА И ИСПЫТАНИЯ

1. Соберите ваш прототип строго в соответствии с «Паспортом изделия».
2. Передайте готовое изделие – ваш конденсатор, на станцию измерений у учителя.
3. Запись результатов.

Показатель	Результат
Реальная ёмкость (измерено), нФ	
Отклонение от цели (1,5 нФ), %	



## ЭТАП 4: АНАЛИЗ ПРОЕКТА И ВЫВОДЫ

**Главный вопрос.** Сравните прогноз AI-симулятора и реальную ёмкость. Почему они отличаются? Какие неучтённые факторы повлияли на результат?

---

---

**Практическое применение.** Где можно использовать разработанный вами конденсатор?

---

---

**Итог работы конструкторского бюро.** Чему вы научились в ходе этого проекта?

---

---

Ссылка на AI-симулятор (Google Sheets)

<https://clck.ru/3PDeTT>

или

