

Наставничество специалистов с производства в колледже: блочная модель подготовки к преподаванию

Сведения об авторе

Автор	Титова Наталья Юрьевна, преподаватель
Организация	Колледж промышленных технологий РТУ МИРЭА, г. Фрязино
Секция	13. «Наставничество в системе среднего профессионального образования»
Форма материала	Описание профессионального наставнического опыта с комплектом методических материалов
Наставляемые	Специалисты, привлечённые с производства для преподавания профессиональных дисциплин и практики, без педагогического опыта

Актуальность и проблема

Колледжи СПО всё чаще привлекают к преподаванию специалистов с производства. Они хорошо знают профессию, но не имеют педагогической подготовки: им трудно отобрать и выстроить материал, спланировать занятие, организовать контроль.

В нашем колледже эта задача осложняется составом студентов. Многие работают, группы разновозрастные, уровень подготовки сильно различается. Единый темп и подача материала только на аудиторных занятиях таким студентам не подходят.

Отсюда проблема наставничества: как за короткий срок помочь специалисту-практику освоить педагогический минимум и одновременно дать ему готовую модель подачи материала, удобную для самостоятельной работы студентов и для дифференцированного подхода.

Цель и задачи

Цель: профессиональная адаптация специалистов с производства к преподавательской деятельности в СПО через освоение блочной модели подачи учебного материала.

Задачи:

1. Познакомить наставляемых с требованиями ФГОС СПО, общими и профессиональными компетенциями и особенностями обучения студентов колледжа.
2. Освоить системно-деятельностный подход как основу планирования занятий.
3. Дать готовую модель учебного блока для самостоятельного изучения материала студентами.
4. Научить строить дифференцированные задания и контроль с учётом разного уровня подготовки студентов.
5. Освоить создание интерактивных тренажёров с помощью инструментов ИИ.

Содержание: курс объёмом 16 часов

Основной формой наставничества стал курс объёмом 16 часов: 8 занятий по 2 часа. Курс идёт от нормативной основы к практическому инструменту, и каждое занятие заканчивается продуктом, который наставляемый сразу применяет в своей дисциплине. К последнему занятию у каждого готов собственный учебный блок по одной теме.

Примерное тематическое планирование

№	Тема занятия	Теория, ч	Практика, ч	Результат наставляемого
1	ФГОС СПО и компетентностный подход: общие (ОК) и профессиональные (ПК) компетенции, связь с профстандартом, рабочей программой дисциплины и КТП	1	1	Определены ОК и ПК, которые формирует своя дисциплина, и их связь с темами рабочей программы
2	Студент СПО: разновозрастные группы, работающие студенты, формы работы	1	1	Выбраны формы работы для своих групп
3	Системно-деятельностный подход: основы	1	1	Учебные цели сформулированы через деятельность студента
4	Проектирование занятия в системно-деятельностном подходе	1	1	Технологическая карта одного занятия
5	Модульное (блочное) обучение. Урок для самостоятельного изучения: маршрут по источникам и вопросы	1	1	Урок для самостоятельного изучения по своей теме
6	Практическая часть и контроль: тесты, практические работы в двух вариантах; оценка сформированности компетенций	1	1	Практическая работа в двух вариантах, лист самопроверки и критерии; задания соотнесены с ОК и ПК

№	Тема занятия	Теория, ч	Практика, ч	Результат наставляемого
7	Интерактивный тренажёр: создание HTML-файла с помощью ИИ и проверка его содержания	1	1	Готовый тренажёр по теме
8	Защита учебного блока, обратная связь, рефлексия	0	2	Учебный блок, доработанный по замечаниям
	Итого: 16 ч	7	9	

Блочная модель подачи материала

Ключевой результат курса — единая модель учебного блока по теме, которую наставляемый заполняет содержанием своей дисциплины. Блок состоит из трёх файлов: два адресованы студенту, один — преподавателю (пример блока — в Приложении).

- 1. Урок для самостоятельного изучения (студенту).** Маршрут по теме: порядок работы, отобранные видеоуроки и статьи со ссылками и кратким описанием каждого источника, вопросы для изучения. К каждому вопросу указано, в каком источнике искать ответ; ответы студент записывает в тетрадь.
- 2. Интерактивный урок (студенту).** HTML-файл, созданный с применением ИИ: короткие разделы теории, задания с мгновенной проверкой, тренажёры и симуляторы, итоговый тест. Открывается в браузере на компьютере и телефоне, студент проходит его в удобное время и в своём темпе.
- 3. Материалы для преподавателя.** Практическая работа для печати в двух вариантах с заданиями базового и повышенного уровня, лист самопроверки с ответами на вопросы для изучения, решения и ответы, критерии оценивания.

Модель решает задачу дифференцированного подхода: работающий студент изучает тему вне аудитории по маршруту и интерактивному уроку, задания разделены на базовые и повышенного уровня, а лист самопроверки позволяет

сверить свои ответы. Преподаватель получает готовую структуру для подготовки к занятию и контроля.

Научная основа: технология модульного обучения

В педагогике блочная подача материала называется **модульным обучением** (также блочно-модульная технология). Педагогическая энциклопедия определяет его как организацию обучения, при которой учебная информация делится на модули — относительно законченные и самостоятельные единицы; модули бывают целевыми, информационными и операционными (практические задания) ([Суворова Г.А., 2012](#)).

Первая удачная модульная технология возникла в профессиональном обучении — для быстрой подготовки рабочих в годы войны. В 1972 году Всемирная конференция ЮНЕСКО по образованию взрослых в Токио рекомендовала модульную систему как наиболее подходящую для непрерывного образования ([там же](#)). Понятие модуля разрабатывали Дж. Рассел (1971) и М. Гольдшмид (1972): модуль — автономная единица учебной деятельности, ведущая студента к чётко определённым целям ([источник](#)). Технология появилась в США и Западной Европе в начале 1960-х годов ([ПГУ](#)).

В отечественную педагогику модульное обучение пришло в конце 1980-х годов благодаря трудам П.А. Юцявичене ([ОГАУ](#)); развивали его также Т.И. Шамова, М.А. Чошанов, П.И. Третьяков, И.Б. Сенновский ([Суворова Г.А., 2012](#)).

Наша модель соответствует ключевым признакам модуля: законченный блок по теме, объединяющий содержание (маршрут по источникам, интерактивный урок) и способы его освоения (вопросы, практическая работа, тренажёры), самостоятельная работа студента в индивидуальном темпе и самоконтроль. Особенно важно для СПО, что модульное обучение изначально создавалось именно для профессиональной подготовки взрослых.

Научная основа: частично-поисковый и исследовательский методы

Работа студента с блоком строится на исследовательском подходе: знания не даются в готовом виде, студент сам находит ответы в источниках и применяет их в задачах. В классификации методов обучения И.Я. Лернера и М.Н. Скаткина, построенной по характеру познавательной деятельности учащихся, этому соответствуют два метода ([источник](#)).

Частично-поисковый (эвристический) метод. Преподаватель конструирует задание, разбивает его на шаги и намечает путь поиска, а учащиеся проходят его самостоятельно, опираясь на имеющиеся знания. В блоке так устроены вопросы для изучения: к каждому указан источник, где искать ответ.

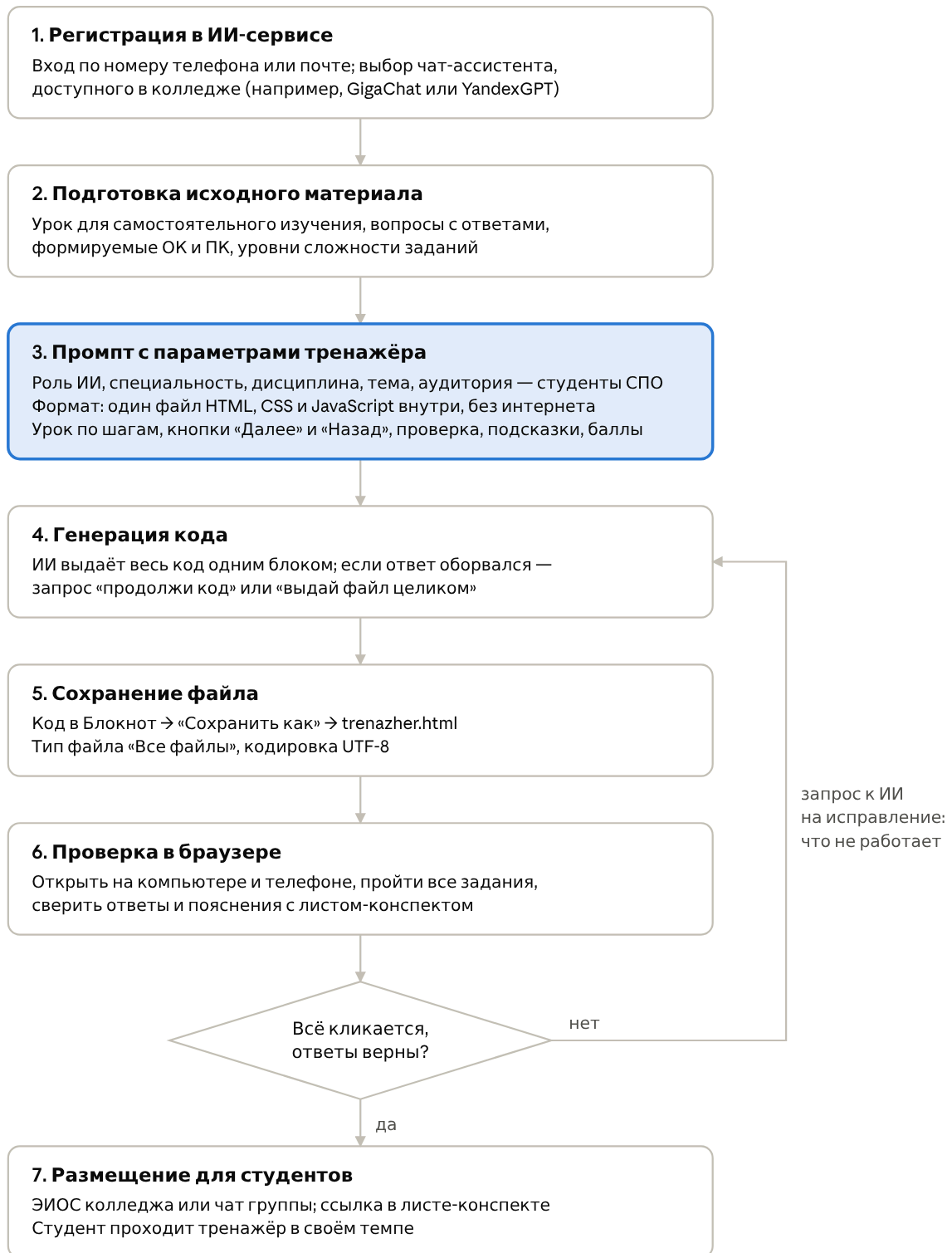
Исследовательский метод. Организация поисковой, творческой деятельности учащихся по решению новых для них проблем и овладение способами научного познания. В блоке ему соответствуют задания повышенного уровня и симуляторы: например, студент сравнивает таблицу полусумматора со сложением двоичных чисел и выясняет, куда «уходит» единица переноса, или опытным путём проверяет работу логической схемы.

Таким образом, научно подход описывается как сочетание частично-поискового (эвристического) и исследовательского методов обучения: от поиска по заданному маршруту студент переходит к самостоятельному решению новых задач. Это согласуется и с системно-деятельностным подходом, на котором построен курс для наставляемых.

Алгоритм создания интерактивного тренажёра с помощью ИИ

Наставляемые осваивают создание тренажёра по единому алгоритму: от регистрации в ИИ-сервисе до размещения готового файла для студентов. Ключевой шаг — промпт с параметрами: именно он определяет, получится ли кликабельный урок в одном файле.

Тренажёр уходит студентам только после проверки преподавателем



создание тренажёра с ИИ · 7 шагов, 1 проверка

Если тренажёр не работает или в нём ошибка, преподаватель не правит код сам, а возвращается к ИИ с уточняющим запросом. Студентам файл уходит только после проверки.

Параметры, которые обязательно задаются в промпте

Параметр	Что указать в запросе
Роль ИИ	«Ты — опытный методист и веб-разработчик»
Содержание	Специальность, дисциплина, тема; материал урока и вопросы с верными ответами
Аудитория	Студенты СПО, курс, уровень подготовки
Формат файла	Один самодостаточный HTML-файл: CSS и JavaScript внутри, без внешних библиотек и ссылок, работает без интернета; кодировка UTF-8
Структура урока	Титульный экран → теория короткими шагами → задания → итог; кнопки «Назад» и «Далее», индикатор прогресса
Типы заданий	Выбор ответа, сопоставление, ввод слова или числа; количество заданий и два уровня сложности
Обратная связь	Мгновенная проверка с подсветкой, пояснение верного ответа, кнопка «Подсказка»
Итог	Счётчик баллов, итоговый экран с результатом, кнопка «Пройти заново»
Оформление	Адаптивность для телефона, крупные кнопки, русский интерфейс
Вывод	«Выдай весь код одним блоком, без сокращений и пропусков»

Шаблон промпта на примере темы «Основы логики» (для другой темы меняются специальность, дисциплина, тема, число заданий и прилагаемый материал)

Ты – опытный методист и веб-разработчик. Создай интерактивный тренажёр-урок для студентов колледжа (СПО).

Специальность: 11.02.16 «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств».

Дисциплина: ЕН.03 Информатика. Тема: 1.4 «Основы логики».

Требования к файлу:

- один самодостаточный HTML-файл: весь CSS и JavaScript внутри, без внешних библиотек, шрифтов и картинок по ссылкам; работает без интернета;
- кодировка UTF-8, интерфейс на русском языке;
- адаптивная вёрстка: удобно на компьютере и телефоне, крупные кнопки.

Структура урока:

- 1) стартовый экран с темой, порядком работы и счётчиком выполненных заданий;
- 2) 8 разделов теории короткими шагами, переход по кнопкам «Назад» и «Далее»;
- 3) 18 заданий по разделам: выбор ответа, сопоставление, ввод значения; тренажёр логических операций, симулятор логической схемы и полусумматора;
- 4) мгновенная проверка: подсветка верного и неверного ответа и пояснение, ошибки можно исправлять;
- 5) итоговый тест из 15 вопросов с оценкой.

Материал для урока: текст урока для самостоятельного изучения и лист самопроверки с ответами прилагаются ниже.

Выдай весь код одним блоком, без сокращений и пропусков.

Взаимодействие наставника и наставляемых

Наставничество сочетает групповую работу на курсе с индивидуальным сопровождением каждого специалиста и проходит в три этапа. Главный принцип: наставник не передаёт готовые ответы, а даёт образец, а наставляемый создаёт собственный продукт для своей дисциплины.

Этап	Содержание взаимодействия	Позиция наставника
1. Диагностический (до курса)	Беседа о производственном опыте и ожиданиях, разбор рабочей программы дисциплины, выявление затруднений	Консультант: помогает увидеть, чего не хватает для преподавания
2. Обучающий (курс 16 ч)	На каждом занятии наставник показывает образец, наставляемый разрабатывает свой элемент учебного блока, затем — совместный разбор	Методист и эксперт: даёт инструмент и обратную связь
3. Сопровождение (после курса)	Наставляемый проводит занятия по своему блоку; анализ занятий, доработка материалов, консультации по запросу	Партнёр: поддерживает самостоятельность, постепенно уходит в тень

Типичные затруднения и способы их преодоления

Специалисты с производства приходят с глубоким знанием профессии, но их затруднения похожи. Работа строилась от этих затруднений.

Затруднение наставляемого	Как решали вместе с наставником
Излагает материал так, как привык на производстве: объёмно, на уровне инструкций, без отбора для студента	Отбор содержания от ОК и ПК дисциплины; урок для самостоятельного изучения ограничен одной темой и главным, подробности — в отобранных источниках
Не знает, как разбить тему на занятия и выстроить последовательность	Модель учебного блока как готовый каркас: маршрут по источникам → вопросы → интерактивный урок → практическая работа

Затруднение наставляемого	Как решали вместе с наставником
Трудно работать с разнородной группой: работающие студенты, разный возраст и уровень	Два варианта практической работы, задания базового и повышенного уровня, самостоятельное изучение по маршруту и интерактивному уроку в своём темпе
Не умеет составлять тесты и критерии оценки	Образцы тестов и практических работ, совместная проверка заданий на понятность и соответствие целям
Опасается цифровых инструментов и ИИ	Пошаговый показ, совместное создание первого тренажёра, правило обязательной проверки содержания

Формы обратной связи

- **Разбор продукта.** Каждый разработанный элемент блока наставник просматривает и обсуждает с автором: что понятно студенту, что лишнее, чего не хватает.
- **Взаимопосещение занятий.** Наставляемый посещает занятие наставника, затем наставник — занятие наставляемого; после — совместный анализ.
- **Рефлексия.** На последнем занятии курса наставляемый защищает свой блок и сам оценивает, что изменилось в его подготовке к занятиям.
- **Консультации по запросу.** Очно и дистанционно, когда возникает вопрос по ходу преподавания.

Пример профессиональной ситуации. Преподаватель профессиональной дисциплины, пришедший с предприятия, подготовил к первому блоку конспект на несколько страниц, близкий к технической документации. Студенты, особенно работающие, с ним не справлялись. При разборе наставник предложил оставить в конспекте только то, что нужно для формирования конкретной ПК, а подробности вынести в ссылки для углублённого изучения. Сложные операции наставляемый перенёс в практическую работу с подробными решениями. Следующий блок он построил по этой схеме уже самостоятельно.

Результаты

Специалисты, прошедшие курс, освоили работу с ИИ-инструментами, повысили компьютерную грамотность, стали быстрее готовиться к лекциям и практическим занятиям, структурировать материал и проводить контроль. Повысился уровень подготовки студентов: у них появилась возможность изучать материал самостоятельно в удобное время. Интерактивные тренажёры повысили интерес к предмету.

Результат для преподавателя	Результат для студентов
Быстрее подготовка к занятиям	Самостоятельное изучение в удобное время
Чёткая структура материала по темам	Работа в своём темпе, по своему уровню
Упрощённый контроль за счёт готовых тестов и практических работ	Рост уровня подготовки
Собственные разработанные учебные блоки	Повышение интереса через тренажёры

Результаты для педагогических кадров и коллектива

- **Цифровые компетенции.** Преподаватели освоили работу с ИИ-сервисами: составление промптов, генерацию и проверку учебных материалов, создание интерактивных тренажёров. Выросла общая компьютерная грамотность: работа с файлами, браузером, электронной образовательной средой колледжа.
- **Вхождение в педагогическое сообщество.** Специалисты с производства перестали быть «приглашёнными практиками» и стали полноправными членами педагогического коллектива: участвуют в работе методического объединения, обмениваются материалами с коллегами, обращаются за помощью и сами её оказывают.
- **Сплочение коллектива.** Совместная работа над учебными блоками, взаимопосещение занятий и общий формат материалов создали поле для профессионального общения опытных преподавателей и новых сотрудников. Производственный опыт специалистов стал ресурсом для всего коллектива.

- **Банк учебно-методических материалов.** По итогам работы создан банк материалов: учебные блоки по темам дисциплин, включающие уроки для самостоятельного изучения, практические работы, тесты и интерактивные тренажёры. Часть материалов размещена в системе центра дистанционного обучения (ЦДО) колледжа при РТУ МИРЭА и доступна студентам и преподавателям. Полностью укомплектованы учебными блоками дисциплины «Информатика» и «Математика в профессиональной деятельности».

Результативность подтверждается продуктами деятельности наставляемых: создан банк учебных блоков, дисциплины «Информатика» и «Математика в профессиональной деятельности» полностью укомплектованы, часть материалов размещена в ЦДО колледжа и используется студентами.

Рекомендации коллегам

Практику можно перенести в любой колледж, который привлекает преподавателей с производства. Модель учебного блока не зависит от дисциплины и заполняется содержанием любого профессионального модуля.

- Давайте наставляемому готовый образец блока, а не только теорию: специалисту-практику проще работать от примера.
- Начинайте с одной темы своей дисциплины и доводите блок до конца, затем тиражируйте структуру.
- Делайте практическую работу в двух вариантах с заданиями базового и повышенного уровня и прикладывайте лист самопроверки: это простой способ дифференциации в разнородной группе.
- При создании тренажёров с ИИ преподаватель обязательно проверяет содержание и правильность ответов.

Приложения

Пример учебного блока: тема 1.4 «Основы логики», дисциплина ЕН.03 «Информатика», специальность 11.02.16 «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств» (по рабочей программе — 6 ч). Состав блока — в таблице ниже.

Состав учебного блока «Основы логики»

Файл	Для кого	Содержание
Урок для самостоятельного изучения (.docx)	Студент	Порядок работы; 3 видеоурока и 7 статей со ссылками и кратким описанием каждого источника; 16 вопросов для изучения, к каждому указано, в какой статье искать ответ
Материалы для преподавателя (.docx)	Преподаватель	Практическая работа в двух вариантах для печати (10 заданий, 45 мин: задания 1–6 базовые, 7–10 повышенного уровня) с памяткой обозначений; лист самопроверки с ответами на 16 вопросов; решения варианта 1, ответы к варианту 2; критерии оценивания
Интерактивный урок (.html)	Студент	Один файл, работает в браузере: 8 разделов от высказываний до логических основ компьютера; тренажёр логических операций с переключением А и В; симулятор логической схемы; симулятор полусумматора; итоговый тест

Задания практической работы связаны с профессией: высказывания о резисторах и конденсаторах, сигналы 0 и 1 как «нет сигнала / есть сигнал», полусумматор как устройство компьютера. Так дисциплина «Информатика» работает на профессиональные компетенции специальности.

Приложение 1. Урок для самостоятельного изучения (лист для студента)

УРОК ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ

Тема 1.4. Основы логики

ЕН.03 Информатика · Специальность 11.02.16 «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств»

По рабочей программе: введение в алгебру логики; логические схемы, уравнения; логические основы компьютера (6 ч).

Порядок работы

1. Посмотрите видеоуроки (раздел 1).
2. Прочитайте статьи (раздел 2).
3. Письменно ответьте в тетради на вопросы (раздел 3): после каждого вопроса указано, в какой статье искать ответ.

1. Видеоуроки

1. 8 класс — Информатика — Основы алгебры логики

Rutube, канал «Информатика и ЕГЭ: Уроки и задания», 5 мин 34 с

Короткое введение: высказывание, логические переменные, основные операции. Смотреть первым.

2. Алгебра логики. Урок 1. Логические операции, выражения и элементы

Rutube, канал «Смирнов Вадим Евгеньевич», 43 мин 32 с

Подробная лекция: операции, таблицы истинности, логические выражения и логические элементы.

3. Построение логических схем

Rutube, канал «Основы информатики», 3 мин 59 с

Как собрать схему из элементов И, ИЛИ, НЕ по логическому выражению.

2. Теоретический материал

1. Алгебра логики. Таблицы истинности

Экзамер, теория по информатике

Джордж Буль, высказывания (простые и сложные), значения 1 и 0, операции НЕ, И, ИЛИ с таблицами, порядок операций.

2. Основы логики

MAXIMUM Education, онлайн-учебник, 9 класс

Коротко и просто: операции НЕ, И, ИЛИ, порядок действий, как строить таблицу истинности и почему в ней 2^n строк.

3. Таблица логических операций

1С:Репетитор, информатика

Табличный метод и число строк таблицы, все законы алгебры логики (в том числе де Моргана), задача на поиск значений переменных, при которых выражение истинно.

4. Основные законы алгебры логики

Справочник Автор24

Законы алгебры логики и зачем они нужны — для упрощения логических выражений, с примерами.

5. Логические уравнения

Справочник Автор24

Что такое логическое уравнение и какими способами его решают (в том числе с помощью таблицы истинности).

6. Урок 8.3. Логические элементы

МастерКит, уроки электроники для начинающих

Логические элементы И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ глазами электронщика: сигналы 0 и 1, таблицы истинности, обозначения на схемах по ГОСТ (знаки «&» и «1»).

7. Логические элементы компьютера

Справочник Автор24

Как логика реализована в компьютере: элементы И, ИЛИ, НЕ, составление формулы по схеме, сумматор, триггер.

3. Вопросы для изучения

Найдите ответы на вопросы в видеоуроках и статьях. Запишите ответы в тетрадь; таблицы истинности и схемы — с рисунками. После каждого вопроса указано, в каких статьях раздела 2 искать ответ.

1. Что такое алгебра логики? Кто её основоположник? (*статьи 1*)

2. Что такое высказывание? Приведите примеры высказываний и предложений, которые ими не являются. (*статьи 1*)

3. Какие высказывания называют простыми, а какие — сложными (составными)? *(статьи 1)*
4. Какие значения может принимать логическая переменная? Как обозначают истину и ложь? *(статьи 1, 6)*
5. Что такое инверсия? Как она обозначается? Запишите её таблицу истинности. *(статьи 1, 2)*
6. Что такое конъюнкция? Когда она истинна? Запишите её таблицу истинности. *(статьи 1, 2)*
7. Что такое дизъюнкция? Когда она ложна? Запишите её таблицу истинности. *(статьи 1, 2)*
8. В каком порядке выполняются логические операции? *(статьи 1, 2)*
9. Что такое таблица истинности? Как определить число её строк? *(статьи 2, 3)*
10. Назовите основные законы алгебры логики. Для чего они нужны? *(статьи 3, 4)*
11. Что такое логическое уравнение? Как его решают? *(статьи 5, 3)*
12. Что такое логический элемент (вентиль)? Какие базовые элементы существуют и как они обозначаются на схемах? *(статьи 6, 7)*
13. Как составить логическую схему по формуле и формулу по схеме? *(статьи 7)*
14. Почему в основе компьютера лежит алгебра логики? *(статьи 7, 6)*
15. Что такое полусумматор и сумматор? Для чего они нужны? *(статьи 7)*
16. Что такое триггер? Где он применяется? *(статьи 7)*

Приложение 2. Материалы для преподавателя

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ

Тема 1.4. Основы логики

ЕН.03 Информатика · Специальность 11.02.16 «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств»

По рабочей программе: введение в алгебру логики; логические схемы, уравнения; логические основы компьютера (6 ч).

Файл для студентов содержит видеоуроки, статьи и вопросы для изучения. Здесь — практическая работа для печати, лист самопроверки (ответы на вопросы), решения и критерии.

Содержание

1. Практическая работа (варианты 1 и 2 — для печати)
2. Лист самопроверки: ответы на 16 вопросов
3. Решения варианта 1
4. Ответы к варианту 2
5. Критерии оценивания

1. Практическая работа «Основы логики»

Время выполнения — 45 минут. Задания 1–6 — базовые, 7–10 — повышенного уровня.

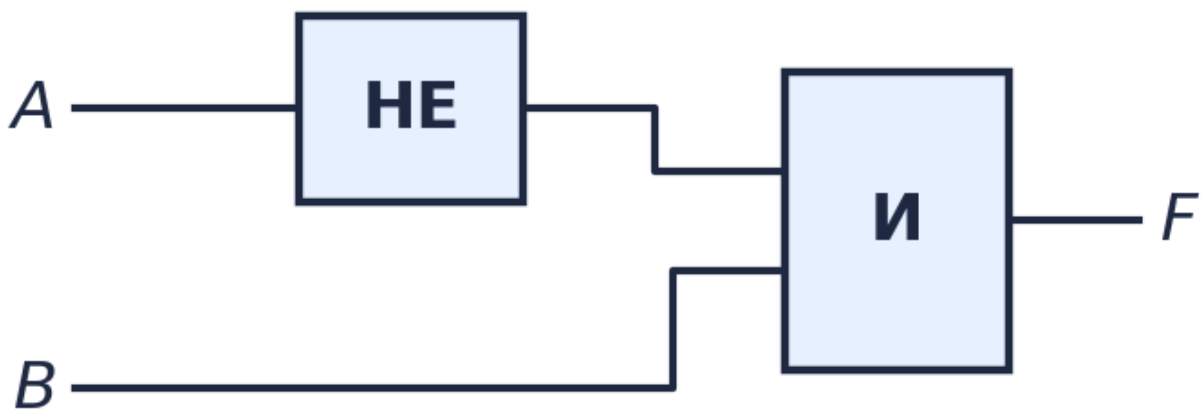
Вариант 1

Ф. И. О. _____ Группа _____ Дата _____

$\neg A$	НЕ: меняет 0 на 1 и 1 на 0	$A \wedge B$	И: равно 1, только если $A = 1$ и $B = 1$
$A \vee B$	ИЛИ: равно 0, только если $A = 0$ и $B = 0$	$1/0$	истина / ложь (есть сигнал / нет сигнала)
блок	прямоугольник на схеме — логический элемент; внутри его операция: НЕ, И, ИЛИ	линии	провода: входы А, В слева, выход F справа

1. Определите, какие предложения являются высказываниями, и укажите их истинность: а) «Резистор — пассивный элемент электрической цепи»; б) «Измерьте напряжение на выходе блока питания»; в) « $2^4 = 16$ »; г) «Число 15 — чётное».
2. Даны высказывания $A =$ «Число 12 делится на 3» и $B =$ «Число 12 больше 20». Найдите значения $\neg A$, $A \wedge B$, $A \vee B$.
3. Вычислите: $\neg(1 \vee 0) \vee (1 \wedge \neg 0)$.
4. Укажите порядок действий и найдите значение $F = A \vee B \wedge \neg C$ при $A = 0$, $B = 1$, $C = 0$.

5. Постройте таблицу истинности выражения $F = (A \vee B) \wedge \neg A$. Какому более простому выражению оно равно?
6. Постройте таблицу истинности выражения $F = A \wedge B \vee \neg C$. Сколько в ней строк? При скольких наборах $F = 1$?
7. Упростите выражение, используя законы алгебры логики: $\neg(\neg A \vee \neg B) \vee (A \wedge 0)$.
8. Решите логическое уравнение $(A \vee B) \wedge \neg C = 1$. Запишите все решения $(A; B; C)$.
9. По логической схеме запишите формулу F и найдите значение F при $A = 0, B = 1$.



10. Устройство компьютера, которое складывает два двоичных разряда (полусумматор), вычисляет бит суммы $S = (A \vee B) \wedge \neg(A \wedge B)$ и бит переноса $P = A \wedge B$. Заполните таблицу значений S и P для всех наборов A, B и сравните её со сложением двоичных чисел $0 + 0, 0 + 1, 1 + 0, 1 + 1$.

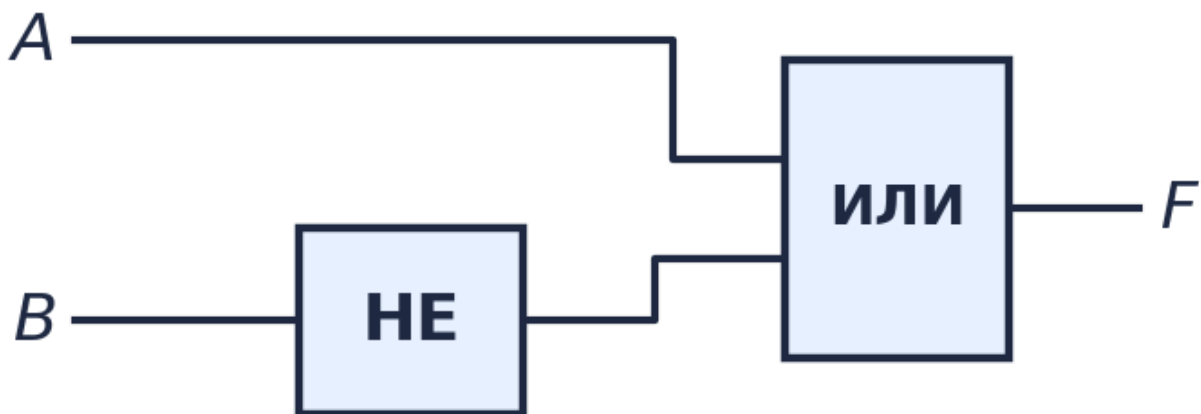
Вариант 2

Ф. И. О. _____ Группа _____ Дата _____

$\neg A$	НЕ: меняет 0 на 1 и 1 на 0	$A \wedge B$	И: равно 1, только если $A = 1$ и $B = 1$
$A \vee B$	ИЛИ: равно 0, только если $A = 0$ и $B = 0$	1/0	истина / ложь (есть сигнал / нет сигнала)

$\neg A$	НЕ: меняет 0 на 1 и 1 на 0	$A \wedge B$	И: равно 1, только если $A = 1$ и $B = 1$
блок	прямоугольник на схеме — логический элемент; внутри его операция: НЕ, И, ИЛИ	линии	провода: входы А, В слева, выход F справа

1. Определите, какие предложения являются высказываниями, и укажите их истинность: а) «Конденсатор накапливает электрический заряд»; б) «Какое сопротивление у этого резистора?»; в) « $3^2 = 6$ »; г) «Число 21 делится на 7».
2. Даны высказывания $A =$ «Число 9 — чётное» и $B =$ «Число 9 меньше 10». Найдите значения $\neg A$, $A \wedge B$, $A \vee B$.
3. Вычислите: $\neg(0 \wedge 1) \wedge (0 \vee \neg 1)$.
4. Укажите порядок действий и найдите значение $F = \neg A \wedge B \vee C$ при $A = 1$, $B = 1$, $C = 0$.
5. Постройте таблицу истинности выражения $F = (A \wedge B) \vee \neg B$. Какому более простому выражению оно равно?
6. Постройте таблицу истинности выражения $F = (A \vee B) \wedge C$. Сколько в ней строк? При скольких наборах $F = 1$?
7. Упростите выражение, используя законы алгебры логики: $\neg(\neg A \wedge \neg B) \wedge (B \vee 1)$.
8. Решите логическое уравнение $\neg A \wedge (B \vee C) = 1$. Запишите все решения (A ; B ; C).
9. По логической схеме запишите формулу F и найдите значение F при $A = 0$, $B = 1$.



10. Бит суммы полусумматора можно вычислить и по формуле $S = (A \wedge \neg B) \vee (\neg A \wedge B)$. Заполните таблицу истинности этого выражения и сравните её со сложением одноразрядных двоичных чисел. Какой бит суммы получается при $A = B = 1$ и куда «уходит» единица?

2. Лист самопроверки

Ответы на вопросы для изучения. Можно раздать студентам после сдачи ответов или использовать для проверки тетрадей.

1. Что такое алгебра логики? Кто её основоположник?

Алгебра логики — раздел математики, изучающий высказывания и логические операции над ними с помощью алгебраических методов. Основоположник — английский математик **Джордж Буль** (XIX в.), поэтому её также называют булевой алгеброй.

2. Что такое высказывание? Приведите примеры высказываний и предложений, которые ими не являются.

Высказывание — повествовательное предложение, о котором можно однозначно сказать, истинно оно или ложно.

Высказывания: «Резистор — элемент электрической цепи» (истинно), « $2 + 2 = 5$ » (ложно).

Не высказывания: вопросы («Который час?»), побуждения («Включите прибор!»), оценки («Эта схема красивая»), предложения с неизвестным (« $x > 3$ »).

3. Какие высказывания называют простыми, а какие — сложными (составными)?

Простое высказывание нельзя разделить на части, которые тоже являются высказываниями («Идёт дождь»). **Сложное** (составное) получается из простых с помощью связок «не», «и», «или» («Идёт дождь **и** дует ветер»).

4. Какие значения может принимать логическая переменная? Как обозначают истину и ложь?

Логическая переменная (A, B, C...) принимает только два значения: **истина** = 1 (true) и **ложь** = 0 (false).

5. Что такое инверсия? Как она обозначается? Запишите её таблицу истинности.

Инверсия (отрицание, НЕ) меняет значение на противоположное. Обозначения: $\neg A$, $\bar{A}$, «не A».

A	$\neg A$
0	1
1	0

6. Что такое конъюнкция? Когда она истинна? Запишите её таблицу истинности.

Конъюнкция (логическое умножение, И): $A \wedge B$ (также $A \& B$, $A \cdot B$). Истинна **только когда оба** высказывания истинны.

A	B	$A \wedge B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

7. Что такое дизъюнкция? Когда она ложна? Запишите её таблицу истинности.

Дизъюнкция (логическое сложение, ИЛИ): $A \vee B$ (также $A + B$). Ложна только когда оба высказывания ложны; иначе истинна.

A	B	$A \vee B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

8. В каком порядке выполняются логические операции?

1. действия в скобках; 2) инверсия (НЕ); 3) конъюнкция (И); 4) дизъюнкция (ИЛИ).

Пример: $A \vee B \wedge \neg C$ вычисляется так: $\neg C$, затем $B \wedge \neg C$, затем $A \vee (B \wedge \neg C)$.

9. Что такое таблица истинности? Как определить число её строк?

Таблица истинности показывает значение логического выражения при всех возможных наборах значений переменных.

Число строк = 2^n , где n — число переменных: $1 \rightarrow 2$, $2 \rightarrow 4$, $3 \rightarrow 8$, $4 \rightarrow 16$. Наборы записывают по порядку двоичных чисел: 000, 001, 010, ... 111.

10. Назовите основные законы алгебры логики. Для чего они нужны?

Законы нужны, чтобы **упрощать** логические выражения (а значит, и схемы — меньше элементов).

Закон	Формула
Двойного отрицания	$\neg(\neg A) = A$
Переместительный	$A \wedge B = B \wedge A$; $A \vee B = B \vee A$
Сочетательный	$(A \wedge B) \wedge C = A \wedge (B \wedge C)$; $(A \vee B) \vee C = A \vee (B \vee C)$
Распределительный	$A \wedge (B \vee C) = A \wedge B \vee A \wedge C$
Операции с 0 и 1	$A \wedge 0 = 0$; $A \wedge 1 = A$; $A \vee 0 = A$; $A \vee 1 = 1$

Закон	Формула
Повторения (идемпотентности)	$A \wedge A = A; A \vee A = A$
Противоречия / исключённого третьего	$A \wedge \neg A = 0; A \vee \neg A = 1$
Де Моргана	$\neg(A \wedge B) = \neg A \vee \neg B; \neg(A \vee B) = \neg A \wedge \neg B$

11. Что такое логическое уравнение? Как его решают?

Логическое уравнение — равенство, содержащее логические переменные. Решить его — найти все наборы значений переменных, при которых равенство верно.

Способы: по таблице истинности (перебрать все наборы) или рассуждением по свойствам операций. Например, $A \wedge B = 1 \Rightarrow A = 1$ и $B = 1$; $A \vee B = 0 \Rightarrow A = 0$ и $B = 0$.

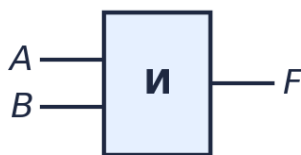
12. Что такое логический элемент (вентиль)? Какие базовые элементы существуют и как они обозначаются на схемах?

Логический элемент — электронная схема, которая выполняет одну логическую операцию над входными сигналами. Базовые элементы: **НЕ** (инвертор), **И** (конъюнктор), **ИЛИ** (дизъюнктор). Широко применяются также **И-НЕ** и **ИЛИ-НЕ**.

На схемах элемент изображают прямоугольником: входы слева, выход справа. В этом уроке внутри прямоугольника написано название элемента словами. В технической документации по ГОСТ 2.743 вместо слов ставят знаки: «&» (амперсанд) — элемент И, «1» — элемент ИЛИ, «1» с кружком на выходе — элемент НЕ (кружок всегда означает инверсию).



инвертор
 $F = \neg A$
ГОСТ: «1» и кружок



конъюнктор
 $F = A \wedge B$
ГОСТ: «&»



дизъюнктор
 $F = A \vee B$
ГОСТ: «1»

13. Как составить логическую схему по формуле и формулу по схеме?

Схема по формуле: определить порядок действий; каждой операции поставить свой элемент; соединить в порядке вычисления — выход последней операции даёт F.

Формула по схеме: идти от входов к выходу и записывать результат каждого элемента, пока не дойдём до выхода F.

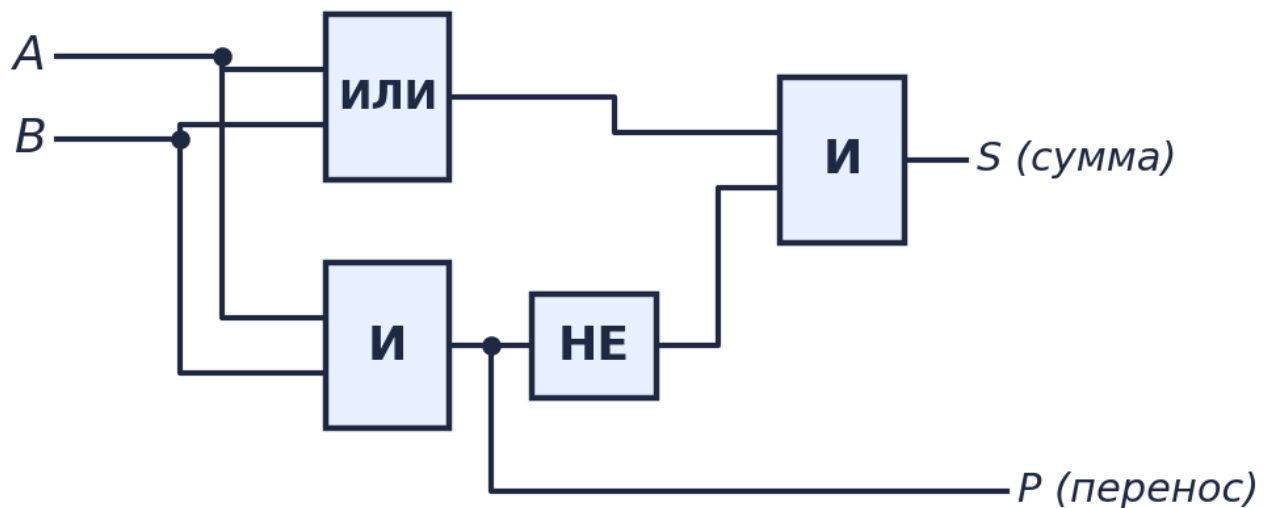
14. Почему в основе компьютера лежит алгебра логики?

В цифровой электронике сигнал имеет два уровня: высокое напряжение (1) и низкое (0). Это совпадает с двумя значениями логической переменной, поэтому любую обработку двоичных данных можно описать логическими формулами и собрать из логических элементов. Из элементов строятся узлы (сумматоры, триггеры, регистры), а из узлов — процессор и память.

15. Что такое полусумматор и сумматор? Для чего они нужны?

Полусумматор складывает два одноразрядных двоичных числа A и B: даёт бит суммы $S = (A \vee B) \wedge \neg(A \wedge B)$ и бит переноса $P = A \wedge B$.

Полный сумматор учитывает ещё перенос из младшего разряда. Цепочка сумматоров складывает многоразрядные числа — это основа арифметико-логического устройства (АЛУ) процессора.



A	B	S	P
0	0	0	0
0	1	1	0

A	B	S	P
1	0	1	0
1	1	0	1

16. Что такое триггер? Где он применяется?

Триггер — логическое устройство с двумя устойчивыми состояниями, способное **хранить 1 бит** информации. Простейший — RS-триггер (входы S — установка в 1, R — сброс в 0); его собирают из двух элементов И-НЕ или ИЛИ-НЕ.

Из триггеров строят **регистры** (хранят двоичное слово), счётчики, статическую память и кэш процессора.

3. Решения варианта 1

1. а) повествовательное, верно $\rightarrow$ высказывание, истинно (1); б) побуждение $\rightarrow$ не высказывание; в) $2^4 = 16$ верно $\rightarrow$ высказывание, истинно (1); г) 15 — нечётное $\rightarrow$ высказывание, ложно (0).

Ответ: а) 1; б) не высказывание; в) 1; г) 0

2. $A = 1$ ($12 : 3 = 4$), $B = 0$ ($12 < 20$). $\neg A = \neg 1 = 0$; $A \wedge B = 1 \wedge 0 = 0$; $A \vee B = 1 \vee 0 = 1$.

Ответ: $\neg A = 0$; $A \wedge B = 0$; $A \vee B = 1$

3. Скобки: $1 \vee 0 = 1$; $\neg 0 = 1$, $1 \wedge 1 = 1$. Инверсия: $\neg 1 = 0$. Дизъюнкция: $0 \vee 1 = 1$.

Ответ: 1

4. Порядок: $\neg C \rightarrow B \wedge \neg C \rightarrow A \vee (B \wedge \neg C)$. $\neg C = \neg 0 = 1$; $B \wedge \neg C = 1 \wedge 1 = 1$; $F = 0 \vee 1 = 1$.

Ответ: $F = 1$

5. Две переменные $\rightarrow$ 4 строки. Промежуточные столбцы $A \vee B$ и $\neg A$. $F = 1$ только при $A = 0$, $B = 1$ — так же, как у выражения $\neg A \wedge B$.

A	B	$A \vee B$	$\neg A$	F
0	0	0	1	0
0	1	1	1	1
1	0	1	0	0
1	1	1	0	0

Ответ: F = 0, 1, 0, 0 (для наборов 00, 01, 10, 11); F = $\neg A \wedge B$

6. Три переменные $\rightarrow 2^3 = 8$ строк. Порядок: $\neg C$, A л B, затем ИЛИ. F = 1, если $\neg C = 1$ (C = 0 — четыре набора) или A л B = 1 (набор 111 — добавляется ещё один).

A	B	C	$A \wedge B$	$\neg C$	F
0	0	0	0	1	1
0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	1	1
0	1	1	0	0	0
1	0	0	0	1	1
1	0	1	0	0	0
1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	0	1

Ответ: 8 строк; F = 1 при 5 наборах

7. По закону де Моргана: $\neg(\neg A \vee \neg B) = \neg\neg A \wedge \neg\neg B = A \wedge B$ (двойное отрицание). A л 0 = 0. $(A \wedge B) \vee 0 = A \wedge B$.

Ответ: A л B

8. Конъюнкция равна 1, только если оба множителя равны 1: $\neg C = 1$ и $A \vee B = 1$. Отсюда C = 0; $A \vee B = 1$ при (A; B) = (0; 1), (1; 0), (1; 1).

Ответ: (0; 1; 0), (1; 0; 0), (1; 1; 0) — три решения

9. Сигнал A проходит через элемент НЕ — получаем $\neg A$. Затем $\neg A$ и сигнал B подаются на элемент И: F = $\neg A \wedge B$. При A = 0, B = 1: $\neg A = \neg 0 = 1$; F = $1 \wedge 1 = 1$.

Ответ: F = $\neg A \wedge B$; F = 1

10. Вычисляем для каждого набора A, B:

A	B	$A \vee B$	$A \wedge B$	S	P
0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	1	0
1	0	1	0	1	0
1	1	1	1	0	1

Сравним со сложением: $0 + 0 = 0$; $0 + 1 = 1$; $1 + 0 = 1$; $1 + 1 = 10_2$ — в разряде 0 и перенос

1. Пара (P S) совпадает с суммой $A + B$ в двоичной системе.

Ответ: S = 0, 1, 1, 0; P = 0, 0, 0, 1; PS — двоичная запись суммы $A + B$

4. Ответы к варианту 2

1. **Ответ:** а) высказывание, 1; б) не высказывание (вопрос); в) высказывание, 0; г) высказывание, 1

2. **Ответ:** $A = 0$, $B = 1$; $\neg A = 1$; $A \wedge B = 0$; $A \vee B = 1$

3. **Ответ:** $\neg 0 = 1$; $0 \vee 0 = 0$; $1 \wedge 0 = 0$. Ответ: 0

4. **Ответ:** $\neg A \rightarrow \neg A \wedge B \rightarrow (\dots) \vee C$; $\neg A = 0$; $0 \wedge 1 = 0$; $F = 0 \vee 0 = 0$

5. **Ответ:** $F = 1, 0, 1, 1$ (для 00, 01, 10, 11); $F = A \vee \neg B$

A	B	$A \wedge B$	$\neg B$	F
0	0	0	1	1
0	1	0	0	0
1	0	0	1	1
1	1	1	0	1

6. **Ответ:** 8 строк; $F = 1$ при 3 наборах (011, 101, 111)

A	B	C	$A \vee B$	F
0	0	0	0	0
0	0	1	0	0

A	B	C	$A \vee B$	F
0	1	0	1	0
0	1	1	1	1
1	0	0	1	0
1	0	1	1	1
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

7. Ответ: де Морган: $\neg(\neg A \wedge \neg B) = A \vee B$; $B \vee 1 = 1$; $(A \vee B) \wedge 1 = A \vee B$. Ответ: $A \vee B$

8. Ответ: $A = 0$ и $B \vee C = 1$: $(0; 0; 1)$, $(0; 1; 0)$, $(0; 1; 1)$ — три решения

9. Ответ: $F = A \vee \neg B$; $\neg B = \neg 1 = 0$; $F = 0 \vee 0 = 0$

10. Ответ: $S = 0, 1, 1, 0$ (совпадает с битом суммы: $1 + 1 = 10_2$); при $A = B = 1$ $S = 0$, а единица уходит в перенос $P = A \wedge B$

A	B	$A \wedge \neg B$	$\neg A \wedge B$	S
0	0	0	0	0
0	1	0	1	1
1	0	1	0	1
1	1	0	0	0

5. Критерии оценивания

Выполнено верно	Оценка
9-10 верных заданий	«5»
7-8	«4»
5-6	«3»
менее 5	«2»

Приложение 3. Интерактивный урок глазами студента

Рисунок 1. Стартовый экран: навигация по разделам, порядок работы, счётчик выполненных заданий, ссылки на видеоуроки и статьи

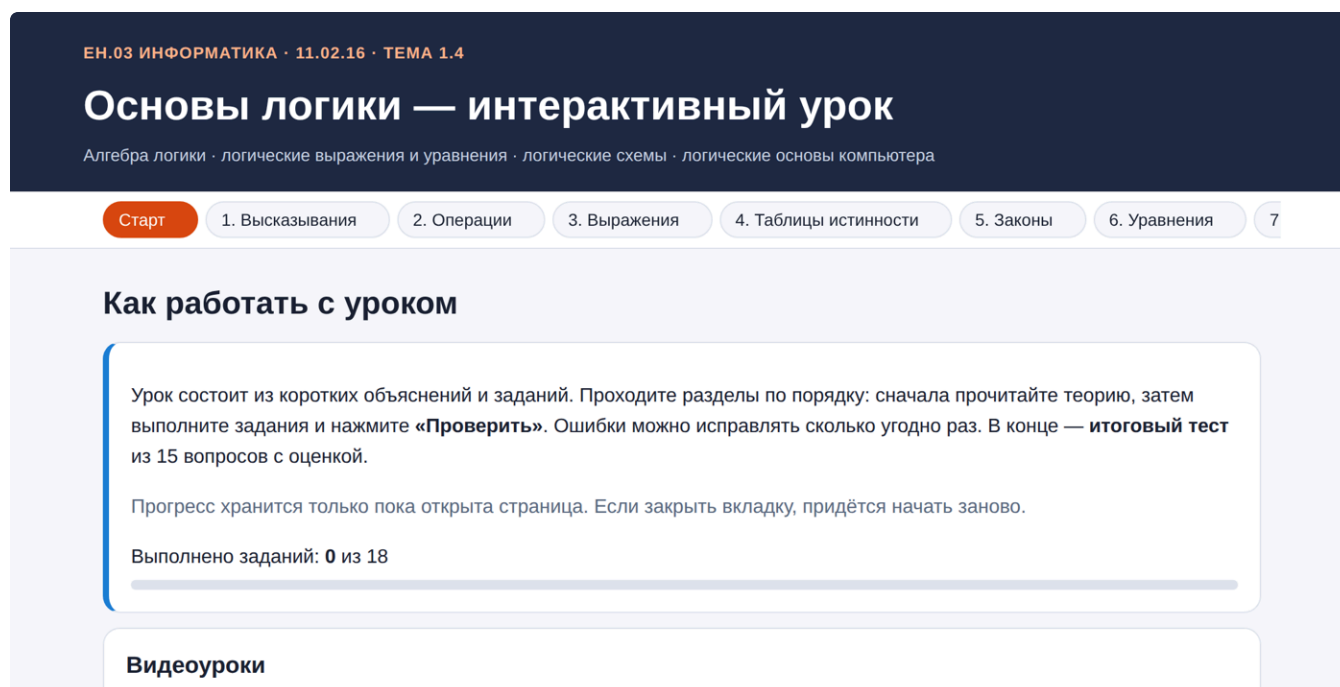


Рисунок 2. Тренажёр логических операций и задание с мгновенной проверкой: верные ответы подсвечиваются зелёным, ошибки — красным, студент исправляет их и проверяет снова

Тренажёр: переключайте A и B

A **1** B **0**

A	B	$\neg A$	$A \wedge B$	$A \vee B$
1	0	0	0	1

Задание 3. Вычислите

$\neg 1$	☐ 0 ☒ 1
$1 \wedge 0$	☐ 0 ☒ 1
$1 \vee 0$	☐ 0 ☒ 1
$0 \vee 0$	☐ 0 ☒ 1
$1 \wedge 1$	☐ 0 ☒ 1
$\neg 0 \wedge 1$	☐ 0 ☒ 1

Проверить

Правильно 5 из 6. Исправьте отмеченные красным и проверьте снова.

Рисунок 3. Симулятор логической схемы: студент переключает входы A, B, C и видит, как сигнал проходит через элементы И, НЕ, ИЛИ

Симулятор: $F = (A \wedge B) \vee \neg C$

Переключайте входы. Оранжевый провод — сигнал 1, серый — 0.

A **1** B **1** C **1** **F = 1**

