

Филиппов Егор Олегович

студент

Бескодаров Егор Александрович

студент

Научный руководитель

Мамаева Карина Уллубиевна

магистр, старший преподаватель

ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»

г. Москва

МЕТОД ПЕРЕВЁРНУТОЙ ВОРОНКИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

***Аннотация:** в статье рассматривается проблема недостаточной вовлечённости обучающихся в инженерные дисциплины, возникающая вследствие преобладания теоретической подготовки на начальных этапах обучения. Предлагается метод перевёрнутой воронки, предполагающий изучение технических систем от готового изделия к отдельным компонентам, технологиям и фундаментальным принципам их работы. На основе данного метода разработан модульно-конструкторский подход, позволяющий сформировать устойчивую учебную мотивацию, обеспечить раннее погружение в инженерную деятельность и укрепить связь между теоретическими знаниями и практикой. Рассматриваются принципы реализации подхода, его преимущества и перспективы применения в инженерном образовании.*

***Ключевые слова:** инженерное образование, образовательные технологии, метод перевёрнутой воронки, инженерное мышление, практико-ориентированное обучение, модульно-конструкторский подход, мотивация обучающихся, STEM-образование.*

1. Проблема традиционного инженерного образования

Инженерное образование в технических вузах исторически выстраивается по единой логике: от фундаментальных дисциплин – к прикладным, от

абстрактного – к конкретному. Студент первых курсов изучает высшую математику, физику и теоретическую механику прежде, чем впервые сталкивается с реальным техническим устройством. Предполагается, что накопленная теоретическая база станет фундаментом для последующей инженерной деятельности – и эта логика весьма убедительна: сложную систему действительно невозможно понять без знания её составных частей.

Проблема, однако, не в самой последовательности, а в том, что смысл изучаемого материала остаётся скрытым от обучающегося на протяжении длительного времени. Студент, решающий дифференциальные уравнения или изучающий характеристики р-п-перехода, как правило, не понимает, в каком контексте эти знания окажутся востребованными. Связь между теорией и практикой не демонстрируется намеренно – она предполагается как нечто само собой разумеющееся, которое «откроется позже». Для значительной части студентов это «позже» так и не наступает в достаточно убедительной форме.

Закономерным следствием становится нарастающий разрыв между учебной деятельностью и профессиональной идентичностью. Студент формально осваивает дисциплины, сдаёт экзамены и накапливает знания, но не ощущает себя инженером, потому что ни разу не решал инженерную задачу в полном смысле слова. Отсутствие видимого результата, абстрактность учебных задач и неочевидность их практического применения формируют устойчивое ощущение оторванности от профессии – и это не проблема конкретного вуза или дисциплины, а системное следствие самой архитектуры традиционной модели. Именно этот разрыв и предлагается преодолеть с помощью метода перевёрнутой воронки.

2. Метод перевёрнутой воронки

Метод перевёрнутой воронки предлагает изменить не содержание обучения, а направление движения внутри него. Если традиционная модель движется от элементов к системе, то перевёрнутая воронка начинает с системы – и последовательно раскрывает её внутреннее устройство. Студент с первых занятий сталкивается с готовым, работающим техническим объектом и получает задачу разобраться в том, как и почему он работает.

Логика метода описывается цепочкой: система → подсистема → компонент → принцип работы. На каждом шаге этой цепочки обучающийся движется от видимого и понятного к скрытому и требующему объяснению. Квадрокоптер летит – почему? Потому что моторы создают тягу. Как моторы управляются? Через регуляторы скорости. Как регуляторы получают команды? От полётного контроллера. Что такое полётный контроллер и на каких физических принципах он работает? Вот здесь и начинается теория – но уже не как самостоятельный курс с абстрактным содержанием, а как ответ на конкретный вопрос, который студент сам себе задал.

Это принципиальное отличие от традиционного подхода касается не методики преподавания, а самой природы учебной мотивации. В классической модели теория предшествует практике и является её необходимым условием – студент изучает её в расчёте на будущее применение. В методе перевёрнутой воронки практика предшествует теории и является её мотивационным основанием: обучающийся обращается к теории потому, что столкнулся с вопросом, на который хочет получить ответ. Такая мотивация носит внутренний, а не внешний характер – и именно поэтому оказывается значительно устойчивее. Этот сдвиг создаёт основу для конкретного педагогического инструмента, о котором речь пойдёт далее.

3. Модульно-конструкторский подход как инструмент реализации метода

Метод перевёрнутой воронки задаёт логику движения, но не определяет конкретный педагогический инструмент. Таким инструментом служит модульно-конструкторский подход, в рамках которого готовая техническая система используется как объект поэтапного изучения – не макет и не симуляция, а работающий объект, поведение которого студент наблюдает непосредственно.

Система последовательно раскрывается через отдельные модули – функционально обособленные части, изучение каждой из которых соответствует определённому разделу инженерных знаний. Такое разбиение не произвольно: оно отражает реальную архитектуру технической системы и тем самым формирует у студента адекватное представление о том, как инженерные объекты устроены на

практике. Модуль питания вводит основы электротехники. Модуль управления – теорию регулирования и программирование. Модуль механики – динамику и сопромат. Дисциплины перестают существовать как отдельные курсы с отдельными экзаменами и начинают восприниматься как части единого инструментария.

По мере изучения модулей студент проходит путь от пользователя к разработчику: сначала наблюдает работу системы, затем собирает её из готовых компонентов, исследует поведение при изменении параметров, и наконец – проектирует собственное решение под конкретное техническое задание. Этот переход не задаётся искусственно: он происходит естественно, поскольку каждый предыдущий этап формирует вопросы, на которые отвечает следующий. Конструктор в данном случае является не целью обучения, а средством последовательного раскрытия инженерных знаний – и именно это делает подход методологически состоятельным.

4. Образовательный эффект предлагаемого подхода

Практическое применение модульно-конструкторского подхода формирует ряд образовательных эффектов, которые сложно достичь в рамках традиционной модели. Наиболее очевидный из них – повышение вовлечённости. Когда учебная деятельность начинается с работающего объекта, интерес к нему носит естественный характер: студент исследует систему не ради оценки, а потому что хочет понять, как она устроена. Это качественно иной тип мотивации, и его устойчивость значительно выше, чем у внешней учебной мотивации.

Параллельно формируется то, что принято называть инженерным мышлением – способность видеть техническую систему целиком, понимать взаимосвязи между её частями и предсказывать последствия изменения отдельных параметров. Это качество не передаётся через лекции: оно возникает только через опыт работы с реальными системами, где любое решение имеет наблюдаемые последствия. Работа с многокомпонентной системой естественным образом развивает и системный подход к решению задач: студент привыкает рассматривать

любую проблему не изолированно, а в контексте всей системы, понимая, что изменение одного модуля неизбежно влечёт последствия для других.

В совокупности эти эффекты описываются эволюцией роли обучающегося на протяжении курса: Пользователь → Сборщик → Исследователь → Разработчик → Инженер. Каждая роль соответствует определённому уровню освоения системы и определённому типу взаимодействия с ней – от пассивного наблюдения до самостоятельного проектирования. Эта траектория не декларируется студенту заранее: он проходит её органично, не замечая момента перехода от одной роли к следующей. Именно такой переход – незаметный, но необратимый – и является главным результатом подхода.

5. Пример реализации метода: квадрокоптер как учебная система

Для иллюстрации метода удобно обратиться к квадрокоптеру – технической системе, обладающей рядом свойств, делающих её особенно пригодной для учебных целей. Она наглядно демонстрирует результат своей работы, имеет чёткую модульную архитектуру, охватывает несколько инженерных дисциплин одновременно и доступна в виде готовых учебных платформ. Немаловажно и то, что квадрокоптер вызывает у студентов непосредственный интерес – что само по себе является педагогическим ресурсом.

Обучение начинается со знакомства с готовой системой. Студенты наблюдают полёт, управляют аппаратом вручную и фиксируют наблюдаемое поведение: реакцию на команды, стабилизацию при порывах воздуха, поведение при разряде батареи. На этом этапе намеренно не даётся никаких объяснений – только вопросы. Как система удерживает высоту? Почему при изменении тяги одного мотора аппарат поворачивается? Откуда она «знает», что накренилась? Эти вопросы, сформулированные самими студентами, и становятся программой дальнейшего обучения.

Следующий шаг – выделение модулей. Квадрокоптер разбирается на функциональные блоки: силовая установка (моторы и воздушные винты), электронные регуляторы скорости (ESC), полётный контроллер с инерциальным измерительным блоком (IMU), система питания, приёмник сигнала управления. Каждый

модуль получает краткое функциональное описание: что он делает в системе и с какими другими блоками взаимодействует. Уже на этом этапе студент начинает видеть систему как архитектуру, а не как единый непонятный объект.

Изучение функций каждого модуля разворачивается в связке с соответствующими дисциплинами. Силовая установка вводит тему электродвигателей и аэродинамики воздушного винта. ESC объясняет принципы широтно-импульсной модуляции и силовой электроники. Полётный контроллер открывает тему PID-регуляторов и теории управления. IMU требует понимания принципов работы акселерометров и гироскопов, а значит, механики и цифровой обработки сигналов. Система питания ставит задачи расчёта токов, ёмкостей и тепловых режимов. Ни одна из этих тем не вводится «заранее» – каждая появляется в тот момент, когда студент уже понимает, зачем она нужна.

На этапе исследования студенты самостоятельно работают с технической документацией на компоненты, сравнивают альтернативные решения и анализируют, почему в данной системе выбраны именно эти элементы. Этот этап формирует навык, который в реальной инженерной практике востребован едва ли не больше любого другого: умение самостоятельно извлекать знания из технической документации, а не из адаптированного учебника. Завершается курс самостоятельным проектированием – студенты получают техническое задание с изменёнными требованиями к системе и разрабатывают собственную конфигурацию, опираясь на весь пройденный путь.

Заключение

Метод перевёрнутой воронки предлагает не реформу учебных программ, а изменение точки входа в инженерные знания. Начиная обучение с готовой технической системы и последовательно раскрывая её внутреннее устройство, этот подход решает проблему, которую традиционная модель воспроизводит структурно: отсутствие у студента понимания того, зачем он изучает то, что изучает.

Реализация метода через модульно-конструкторский подход позволяет встроить теоретические дисциплины в живой инженерный контекст. Квадрокоптер, роботизированная платформа или любая другая модульная система

становится не учебным пособием в привычном смысле, а объектом исследования, который сам задаёт логику обучения. Дисциплины при этом перестают быть самоцелью и становятся инструментами ответа на конкретные вопросы – именно так они используются в реальной инженерной практике.

Практическая значимость подхода определяется его применимостью в рамках существующей инфраструктуры технических вузов: он не требует пересмотра учебных планов и может внедряться поэтапно – как дополнение к традиционным курсам или как основа отдельных проектных модулей. Опыт показывает, что раннее погружение в инженерную деятельность формирует не только профессиональные компетенции, но и устойчивую идентификацию студента с инженерной профессией – то, что никакой учебник передать не способен.

Список литературы

1. Гальперин В.М. Микроэкономика: учебник / В.М. Гальперин, С.М. Игнатьев, В.И. Моргунов; под общ. ред. В.М. Гальперина. – В 3 т. Т. 3. Сборник задач / П.А. Ватник, А.П. Заостровцев. – М. : Омега-Л; СПб.: Экономикс, 2010. – 171 с. – ISBN 978-5-903816-08-8.
2. Емельянцева М.В. Концессионные соглашения – новый вид сотрудничества с государством / М.В. Емельянцева. – URL: www.naryishkin.spb.ru.
3. Борисов А.И. Методы проектного обучения в инженерной педагогике / А.И. Борисов. – М. : Юрайт, 2022. – 210 с.
4. Смирнова Т.В. Инновационные подходы к профессиональной подготовке студентов вуза в условиях инклюзивного образования / Т.В. Смирнова // Самарский научный вестник. – 2021. – Т. 10, №3. – С. 289–294. Правильно
5. Иванов С.П. STEM-образование: от теории к практике / С.П. Иванов. – СПб. : Питер, 2021. – 150 с.