

А.А. Ступин,

доцент кафедры педагогики и психологии профессионального образования ФГБОУ ВО «НГПУ»

Е.Е. Ступина

доцент кафедры педагогики и психологии профессионального образования ФГБОУ ВО «НГПУ»

Научно-техническое творчество в образовательной робототехнике

В статье рассмотрен подход к организации процесса научно-технического творчества учащихся на занятиях по образовательной робототехнике.

Ключевые слова: робототехника, образовательная робототехника, роботы, научно-техническое творчество, мозговой штурм.

Введение

Робототехника сегодня активно внедряется в основное школьное и дополнительное образование, однако, то, чем в большинстве случаев наполнено содержание занятий с обучающимися по робототехнике, относится к «игровой робототехнике», а не «образовательной робототехнике». Ключевое отличие этих направлений заключается в подходе обучения.

Рассмотрим, как реализовать процесс обучения образовательной робототехнике, используя научно-методический подход.

Образовательная робототехника – это новое междисциплинарное направление обучения школьников, интегрирующее знания о физике, мехатронике, технологии, математике, кибернетике и ИКТ, позволяющее вовлечь в процесс инновационного научно-технического творчества учащихся разного возраста. Она направлена на популяризацию научно-технического творчества и повышение престижа инженерных профессий среди молодежи, развитие у молодежи навыков практического решения актуальных инженерно-технических задач и работы с техникой [1].

А навыки решения инженерно-технических задач, по нашему мнению, лучше все-

го развиваются в процессе научно-технического творчества.

Образовательная робототехника выступает как инновационная образовательная технология повышения качества образования детей и молодежи, формирует мотивацию к познанию и научно-техническому творчеству [2].

Не существует единого общепринятого подхода к организации процесса научно-технического творчества. Каждый педагог имеет свой взгляд на этот процесс. Процесс научно-технического творчества обычно начинается с постановки проблемы и заканчивается ее решением, но средние шаги различаются. Нет единого алгоритма для этого процесса. Далее мы рассмотрим один из подходов к организации процесса научно-технического творчества учащихся, на наш взгляд, применимый к образовательной робототехнике, состоящий из 10 этапов.

Этап 1. Определить проблему

Без полного понимания проблемы она не может быть успешно решена. Этот этап часто делается методически неграмотно или неполно, что приводит в дальнейшем к техническим сбоям или полному отказу в работе созданной конструкции. Важно определить

истинную проблему, а не просто симптомы проблемы или предполагаемой проблемы.

Например, при подготовке к соревнованиям по робототехнике возникает множество проблем, которые могут быть решены в процессе научно-технического творчества. В дальнейшем эти решения воплощаются в конструкции робота. В начале разработки робота эти проблемы могут быть более общими, на более поздних этапах они могут быть детализированы.

Рассмотрим некоторые проблемы, с которыми могут столкнуться проектировщики при создании конструкции робота для соревнований, и вопросы, на которые необходимо продумать ответы:

- Какая стратегия наиболее эффективна на соревнованиях?
- Что необходимо сделать, чтобы добиться победы на соревнованиях?
- Что сделать, чтобы робот быстро передвигался?
- Сколько игровых объектов робот должен одновременно отслеживать? и пр.

На эти вопросы существует множество ответов. Как проектировщику найти верное решение? Для этого необходимо четко обозначить проблему.

Этап 2. Составление технических требований

Каковы технические характеристики будущей конструкции? В технических требованиях определяется набор характеристик, которым должна удовлетворять будущая конструкция. Технические требования, как правило, появляются из проектных ограничений и функциональных требований.

Например, ограничения могут быть прописаны в регламенте соревнований по робототехнике (габариты, масса и пр.) или ограничения могут касаться области применения; функциональные требования описывают, как готовая конструкция должна выполнять возлагаемые на нее функции.

Технические требования определяют в общих чертах: для чего предназначен проект, насколько качественно он будет реализовывать то, что на него возложено. Но в то же время в технических требованиях не определяется, как процесс будет реализован.

Так, в образовательной робототехнике в технических требованиях описывается то, что робот делает, а не то, как он это делает, потому что, трата значительного времени на этапе составления технических требований на то, как будет реализовываться проект, ограничивает креативность участников. В то же время проектировщику необходимо обдумывать, как реализуется проект, чтобы понимать, что это вообще возможно.

На соревнованиях по робототехнике проектировщикам ставится некоторая задача, в которой их робот будет конкурировать с роботами соперников. Эта задача описывается в регламенте, там же даются ограничения и требования, которым должен удовлетворять каждый робот, – проектные ограничения, относящиеся к первому типу технических требований, с которыми сталкиваются проектировщики. Вот некоторые примеры таких ограничений:

- максимальный вес робота;
- максимальный размер робота;
- разрешенные системы управления;
- разрешенные двигатели;
- требуемая батарея;
- разрешенные строительные материалы или робототехнические наборы;
- ресурсы, используемые для проекта.

Ко второму типу технических требований относятся ограничения, которые могут быть наложены проектировщиком самостоятельно при составлении технических требований.

Например:

- не должно быть сложных узлов;
- необходимо уложиться в бюджет проекта;
- необходимо использовать части уже имеющегося проекта.

Третий тип технических требований базируется на функциональных особенностях робота, они связаны с задачами, которые стоят перед проектировщиками.

Например:

- робот должен работать в течение 15 минут непрерывно без подзарядки;
- робот должен провести 10 игровых раундов;

- робот должен управляться оператором с расстояния 50 метров;
- робот должен передвигать груз в 20 кг;
- робот должен разогнаться до максимальной скорости менее чем за 1 секунду.

С выполнением третьего типа технических требований сложно определиться на ранней стадии проектирования, так как многое зависит от характеристик готовой конструкции. Как эффективно выполнить эти требования, решается в процессе доработки конструкции, и вносятся изменения.

Этап 3. Ранжирование технических требований

Все определенные в предыдущем шаге технические требования не равнозначны между собой, одни из них более важны для проекта, чем другие.

Проектировщик должен определить, какие из них самые главные и почему. Технические характеристики необходимо распределить по степени их важности. Рекомендуются использовать такую градацию:

- Личные предпочтения (не так важно, но было бы неплохо, если возможно).
- Предпочтительные (важно, но проект можно выполнить и без этого).
- Обязательные (имеют решающее значение для проекта, должны быть включены в задание).

Пример ранжирования технических характеристик:

- Робот может отслеживать 5 целей одновременно.
- Робот может отслеживать 10 целей одновременно.
- Робот может отслеживать 15 целей одновременно.

В приведенном примере ранжирование дает понять, что робот должен отслеживать 5 целей одновременно, если возможно, он должен отслеживать 10 целей, а проектировщик был бы очень рад, если бы он отслеживал 15 целей. Благодаря составлению технических требований и их ранжированию можно выделить именно те требования, которые проектная группа должна реализовать в процессе науч-

но-технического творчества, и к какому идеалу она должна стремиться.

Этап 4. Создание концепции и альтернативы

Каждый раз, решая какую-либо проблему, люди думают о различных альтернативных способах ее решения, даже если они делают это подсознательно. Формальное документирование этого интуитивного действия может помочь при решении сложных научно-технических задач. Этот этап включает в себя выяснение того, «как» выполнить «что-то» из технических характеристик. На данном этапе конструкция не должна быть полностью проработана, она должна представлять собой эскиз (набросок), по которому понятно, как это будет реализовано. Данный этап требует творческого, креативного подхода к решению проблемы. Проектировщик должен провести мозговой штурм, чтобы придумать несколько способов, как выполнить указанные требования. Важно помнить, что решение поставленной задачи нужно искать в любом доступном месте: книги, журналы, Интернет, выставки и т.п. Здесь применим принцип: использовать лучшее и изобрести остальное, т.е. решение часто берется из открытых источников в окружающем мире и адаптируется для данной задачи. Часто рассматривая идеи двух или более альтернативных проектов решения задачи, можно найти лучшее решение на основе объединения проектов. Важно не останавливаться на первом решении, а стремиться найти лучшее.

В робототехнике необходимо разработать концепцию для общей системы и для отдельных подсистем и механизмов. Какие-то из этих систем будут завесить от других и влиять друг на друга. Так, общая конструкция системы влияет на входящие в нее подсистемы, а каждая из подсистем будет влиять на общую систему. Разработка этих концепций, как правило, происходит в процессе мозгового штурма с участием всей команды разработчиков. Результаты записываются в виде диаграмм, схем, эскизов и описаний.

Метод мозгового штурма – оперативный метод решения проблемы на основе стимулирования творческой активности,

при котором участникам обсуждения предлагают высказывать как можно большее количество вариантов решения, в том числе самых фантастических [3].

В ходе мозгового штурма участники высказывают свои идеи, направленные на решение поставленной задачи, причем как логичные, так и абсурдные.

В процессе мозгового штурма, как правило, вначале решения не отличаются высокой оригинальностью, но по истечении некоторого времени типовые, шаблонные решения исчерпываются, и у участников начинают возникать необычные идеи. Все идеи, возникшие в ходе мозгового штурма, записываются или как-то иначе регистрируются. Затем, когда все идеи высказаны, производится их анализ, развитие и отбор. В итоге находится максимально эффективное и часто нетривиальное решение задачи.

Этап 5. Прототипирование

На этом этапе выбирается несколько концептуальных решений, и изготавливаются их прототипы. Цель состоит в том, чтобы понять, как решение будет работать в реальной жизни и взаимодействовать с окружающей средой. Именно на этом этапе разработчик определяет, какая концепция будет работать наилучшим образом. Эти прототипы могут быть грубыми и не эстетичными, но достаточно функциональными, чтобы сделать вывод.

Нет необходимости прототипировать все решения, а только те, которые требуется проверить в работе, испытать конструкцию в «реальных условиях», чтобы увидеть, как все работает, найти, что нужно улучшить в конструкции. Например, грубый картонный макет – это часто все, что нужно, чтобы узнать о несоответствии конструкции техническим требованиям (например: «не вписывается в габариты»). Также на этом этапе важно провести некоторые базовые тесты (например, узнать сколько силы потребуется для подъема предмета).

Многие проектировщики используют масштабные модели как способ поэкспериментировать с концепциями дизайна. Особенно полезно это для решения проблем с «телом робота», когда проектиров-

щик пытается установить несколько механизмов в ограниченной области (например, габариты робота ограничены техническим заданием).

Существует ряд роботизированных наборов, которые хорошо подходят для такого типа прототипов (например, LEGO MINDSTORMS Education EV3 или VEX Robotics), которые позволяют создавать полностью функциональные модели. Иногда эти модели могут быть даже «полноразмерными».

Этап 6. Выбор концепции

На данном этапе имеется несколько вариантов построения робота для решения поставленной задачи. Далее, основываясь на данных, полученных на этапе прототипирования, необходимо определиться, какая конструкция является «лучшей», и продолжить работать с ней. Это не всегда легкое и очевидное решение. Иногда «лучшее» решение не сразу видно. Поэтому необходимо сравнить, насколько каждая из конструкций точнее соответствует техническому заданию, и выбрать наиболее соответствующую. При групповом принятии решения в данном случае не рекомендуется осуществлять выбор на основе голосования. Когда речь заходит о выборе лучшей конструкции, эффективнее сделать выбор путем достижения консенсуса, где каждый участник должен обосновать свое мнение, опираясь на конкретные данные (например, эта конструкция легче на 15 %). В случае принятия решения, когда консенсус не достигается, выбор варианта конструкции может взять на себя педагог, сравнив альтернативы. В некоторых случаях может быть принято решение о построении двух роботов, а далее сравнить их на практике.

Этап 7. Детальная проработка конструкции

Как только окончательная концепция выбрана, ее нужно реализовать. Цель этого шага – разработка конструкторской документации. На этом этапе создаются CAD модели, например, с помощью САПР «Компас 3D» [4], сборочные чертежи, спецификации и пр.

Сначала это будет грубая модель конструкции, которая в процессе проекта будет детализироваться. На этом этапе прово-

дятся все необходимые расчеты (прочность материала, вес, стоимость и т.д.)

Некоторые проектировщики могут создавать проект, используя только свой предыдущий опыт и интуицию, не рассчитывая каждую деталь. Такой подход может сработать для проектов в области образовательной робототехники, но не будет работать при проектировании промышленных роботов, поэтому рекомендуем не пропускать данный этап.

Чем больше работы сделано на этапе проработки конструкции, тем легче будет потом. Любые проблемы будут решены до того, как они превратятся в серьезные неполадки. Так, намного легче передвинуть отверстие в модели САПР, чем перемещать его в реальной жизни, когда деталь уже сделана. Необходимо продумать каждый винт, заклепку, шестерню и т. д. К тому же передовые технологии производства в настоящее время требуют подробных САПР чертежей деталей для их изготовления 3D-печать, лазерная резка, гидроабразивная резка, ЧПУ и т. д. Детали изготавливаются непосредственно из 3D-моделей САПР.

Этап 8. Презентация конструкции и утверждение проекта

Завершающий этап в конструировании работа – презентация и утверждение проекта перед его реализацией. Презентация может проходить в разных формах. Например, она может проходить в виде собрания группы проектировщиков, где они описывают сделанную работу и пытаются найти какие-либо ошибки. Другая форма: представление конструкции лицу, принимающему решение, для окончательного утверждения. Так, в образовательной робототехнике проектировщик работа или группа проектировщиков должны представить окончательный вариант дизайна работа для остальной части команды, руководства команды или педагога для утверждения проекта. Команда разработчиков на свою презентацию может пригласить спонсоров, администрацию образовательного учреждения, членов попечительского совета образовательного учреждения (это отличный способ получить поддержку, в том числе финансовую, в утвержденном проекте).

Презентация является важной частью процесса научно-технического творчества. Многие инженеры считают, что владение навыками ораторского искусства и презентации для них не важны, потому что они инженеры. Это далеко от истины. Если у инженера имеется идея, но он не может ее донести до общественности, он бесполезен. Если инженер имеет свое мнение, но не может его выразить, он бесполезен. Способность обобщать, представлять и защищать идеи (в устных докладах, письменных отчетах, слайд-шоу, инженерной документации, презентациях) – это абсолютно необходимые умения для современных проектировщиков (инженеров).

Цель презентации проекта – не просто одобрить дизайн конструкции, а также найти проблемы в конструкции или потенциальные места, где она может быть улучшена. В процессе научно-технического творчества было создано несколько альтернативных концепций и выбрана одна. Некоторые из них были сделаны на этапе прототипирования. Обоснование выбора окончательного варианта является одним из ключевых моментов презентации. Необходимо показать, что альтернативы были исследованы, что конструкция была хорошо продумана.

Вот некоторые вопросы, на которые необходимо ответить в ходе презентации:

- Почему было сделано именно так?
- Считали ли вы, что надо по-другому?
- Почему вы исключили альтернативы?
- Соответствует ли конструкция нашим требованиям и техническому заданию?
 - Как мы можем улучшить работу?
 - Как мы можем уменьшить вес?
 - Как мы можем сделать это быстрее?
 - Как мы можем сделать его более надежным?
- Как мы можем сделать это меньше?
- Как мы можем сделать его более эффективным?
- Как мы можем сделать это дешевле?
- Как мы можем сделать это проще для построения?
- Какую еще функциональность можно было бы легко добавить?

Во время презентации важно провести анализ затрат и результатов. При проведении такого анализа проектировщик рассматривает, сколько стоит проект, и какую пользу он предоставляет. Стоимость не всегда считается в денежном выражении. Необходимо учитывать затраченное время, труд людей, задействованных в проекте, оборудование и пр. Также необходимо проанализировать альтернативные действия в реализации проекта. Возможности, обеспечивающие большую выгоду за небольшую стоимость, являются теми, которые должны быть добавлены к конструкции (важно искать их на всех этапах процесса, простое дополнение может часто дать отличные результаты). Функции с высокой стоимостью должны быть реализованы только в том случае, если они обеспечивают очень большую выгоду.

Этап 9. Производство и реализация

После того как проект представлен и одобрен, он должен быть реализован. В образовательной робототехнике – это создание законченного функционального робота. Этот этап может включать покупку компонентов, изготовление деталей (печать на 3D-принтере, изготовление на станках с ЧПУ), заказ изготовления деталей у подрядчиков, сборку и многое другое, все, что требуется для производства конечного продукта. На этом же этапе робот программируется. Есть множество различных способов создания робота. Если робот создается для соревнований, то каждый конкурс имеет свой регламент, в котором описываются характеристика робота.

Этап 10. Тестирование и анализ

Просто потому, что решение было реализовано, не означает, что работа проектной группы завершена. Реализованное решение должно быть рассмотрено на предмет, что из задуманного работает как надо, а что нет, и что следует улучшить. Процедура и результаты тестирования должны быть задокументированы. Главное, что должно быть определено на этом этапе, работает ли окончательная реализация проекта, как ожидалось, и выполняются ли заявленные технические требования. Проектная группа должна разработать план улучшения, если потребуется. Как

только решение реализовано, проанализировано и признано приемлемым, на этом процесс проектирования завершен.

В робототехнике процесс тестирования часто происходит во время соревнований. Когда робот участвует в реальных соревнованиях, то на практике демонстрируется, насколько хорошо он функционирует. Однако это не лучшее решение проблемы. Большинству команд, участникам соревнований по робототехнике, предпочтительнее узнать, насколько хорош их робот не в ходе соревнований, а перед соревнованиями. Тогда команда смогла бы улучшить конструкцию. Чтобы это реализовать, команде необходим большой запас времени до соревнований, чтобы заранее протестировать свою модель.

Выводы

Мы рассмотрели, как может быть организован процесс научно-технического творчества в образовательной робототехнике. Знакомство с основными этапами этого процесса дает членам команды проектировщиков понять, что им нужно делать дальше. Это отличный навык, который полезен и в других аспектах жизни, а не только в робототехнике. Научно-техническое творчество – это решение проблем. Сколько проблем человек решает в среднем за день? Столько раз человек проходит через процесс творчества? Чтобы обучающиеся понимали, как методически грамотно решать проблемы, необходимо научить их думать как инженеры. Это является одной из необходимых компетенций в современном образовании. Чтобы быть действительно успешным, необходимо научиться решать проблемы.

Библиографический список

1. Тузикова И.В. Изучение робототехники – путь к инженерным специальностям // Школа и производство. 2013. № 5. С 45–47.
2. Хомутова К.В. Медиаобразование – инновационная техносфера открытого и непрерывного образования // Сборник статей Международной научно-практической конференции. Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2019. С. 8–11.
3. Стариков П.А. Пиковые переживания и технологии творчества: Учеб. пособие. Красноярск, 2011.