

## ТРАНСДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД К ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМУ ПРОЦЕССУ НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Пузанов А.В.

канд. техн. наук, доцент кафедры «Приборостроение» ФГБОУ ВПО «Ковровская государственная технологическая академия им. В.А. Дегтярева», помощник Генерального директора по науке ОАО «Специальное конструкторское бюро приборостроения и автоматизи- ки», г. Ковров

*Предложен подход к образовательному процессу на основе трансдисциплинарного принципа изучения приборов и систем управления мобильной техники с учётом процессов, имеющих разнофизичный характер. Приведен пример применения данного подхода при изучении студентами «КГТА им. В.А. Дегтярева» профильных дисциплин.*

**Ключевые слова:** образовательный процесс; трансдисциплинарность; инженерный анализ; мультидисциплинарный анализ; CAD; CAE.

Задачей высшего образования во исполнение рекомендаций «Всемирной декларации о высшем образовании для XXI века: подходы и практические меры» является формирование у студентов особой (трансдисциплинарной) мировоззренческой позиции, обучение навыкам редуцирования, трактовки дисциплинарных знаний через призму универсальных (трансдисциплинарных) закономерностей и моделей действительности, обретение опыта использования трансдисциплинарного подхода в решении сложных многофакторных проблем природы и общества, проблем в профессиональной сфере [1].

По степени полноты познания окружающего мира современные научные подходы к образовательному процессу сводятся к четырём основным видам: дисциплинарный, междисциплинарный, мультидисциплинарный (полидисциплинарный) и трансдисциплинарный системный подход [1]: распространенная в настоящее время монодисциплинарная образовательная модель – это упрощенное отражение окружающей действительности. Появление и распространение этой модели относится к тому временному периоду, когда при увеличении и разнообразии научных знаний появилась необходимость в их структуризации. В методологии *трансдисциплинарного* исследования, каждый фрагмент Мира изначально рассматривается, как «упорядоченная среда», к исследованию которой можно применить одни и те же принципы, подходы и модели. Таким образом, основным недостатком дисциплинарной модели образовательной модели стало отсутствие многоохватного взаимопроникновения между различными дисциплинами [2].

Переход от специалитета к бакалавриату, уменьшение времени обучения студентов при увеличении информационной сферы диктует необходимость смены парадигмы образования – от однодисциплинарного к трансдисциплинарному подходу к процессу образования.

В настоящих реалиях бакалавриата на старших курсах (как правило – уже на выпускающих кафедрах) главной задачей становится обеспечение максимальной близости содержания учебного материала – будущей профессиональной деятельности выпускника.

Основными принципами построения современных организаций, предприятий и учреждений инновационной экономики знаний выделяют следующие направления [3]:

– принцип “обучение через решение задач” – развитие системы регулярного участия студентов и сотрудников в совместном выполнении реальных проектов (в рамках деятельности виртуальных проектно-ориентированных команд) по заказам предприятий отечественной и мировой промышленности на основе опережающего приобретения и применения современных ключевых компетенций, в первую и технологий компьютерного инжиниринга;

– принцип “образование через всю жизнь” – развитие комплексной и междисциплинарной подготовки / профессиональной переподготовки квалифицированных и компетентных специалистов мирового уровня в области наукоемкого компьютерного инжиниринга на основе передовых наукоемких компьютерных технологий;

– принцип меж- / мульти- / транс- дисциплинарности – переход от узкоспециализированных отраслевых квалификаций как формально подтвержденного дипломом набора знаний к набору ключевых компетенций (“активных знаний”, “знаний в действии” – “Knowledge in Action!”) – способности и готовности вести определенную деятельность (научную, инженерную, конструкторскую, расчетную, технологическую и т.д.), отвечающую высоким требованиям мирового рынка;

Проблемно-задачный подход к определению содержания профессиональной подготовки предполагает разработку системы стержневых задач, определяющих основные направления развития науки и техники в профильной отрасли промышленности. Выполнение студентами подобных задач призвано повысить уровень их компетентности, как по изучаемой, так и по смежным специальностям.

Со стороны потребителя кадров ВУЗа – промышленности, основные тенденции развития современного инжиниринга:

1. Мультидисциплинарные, многомасштабные (многоуровневые) и многостадийные исследования и инжиниринг на основе меж-, мульти- и трансдисциплинарных компьютерных технологий.

2. Компьютерное проектирование продукции, основанное на эффективном и всестороннем применении разноуровневого моделирования – де-факто основополагающая парадигма современного машиностроения.

Таким образом, среди перспективных направлений в профильной отрасли нашего ВУЗа применительно к специальностям выпускающей кафедры "Приборостроение" ("Управление в технических системах" и "Приборостроение"), следует выделить следующие:

- информационно- управляющие системы шасси;
- системы управления трансмиссией специальной и гражданской техники;
- системы топографического ориентирования мобильных объектов;
- мобильные робототехнические комплексы;
- системы и оборудование дистанционного управления.

Структурная схема процесса разработки современной техники для предприятий машино- и приборостроения на примере разработки робототехнических комплексов представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Структурная схема процесса разработки и производства робототехнических систем**

Очевидно, данная структура и весь процесс разработки изделий подразумевает наличие у инженеров познаний в областях теории автоматического управления (ТАУ), кинематики, деталей машин и механизмов, сопротивления материалов, компьютерных и информационных технологий и т.п.

Спектр представленных задач определяет требования к уровню и специфике подготовки специалистов. В образовательном контексте также возникает необходимость единого подхода, как к объектам изучения, так и к организации учебных программ отдельных дисциплин.

Все перечисленные дисциплины присутствуют в рабочих программах студентов. Однако, как правило, практикум отдельных дисциплин основан на обособленных объектах и примерах. При этом в рамках каждого из практикумов студенту приходится уделять время на вводный курс по каждому из объектов и специфики его работы. Таким образом, уменьшается время работы над всем проектом и глубина его проработки и, следовательно, усвоения материала дисциплины и инструментов решения задач.

При реализации предлагаемого подхода в рамках образовательного процесса необходима углубленная проработка рабочих программ методическим управлением ВУЗа при плотном участии преподавателей выпускающих кафедр по направлениям:

- ✓ анализ и обобщение концепций и методологий, существующих в настоящем плане образовательных программ;
- ✓ формирование научно-методической базы для преподавания в ВУЗе, а также накопление и систематизация опыта внедрения;
- ✓ разработка учебных программ, подготовка соответствующей учебно-методической литературы, а также организация и обеспечение подготовки преподавателей по дисциплинарным разделам.

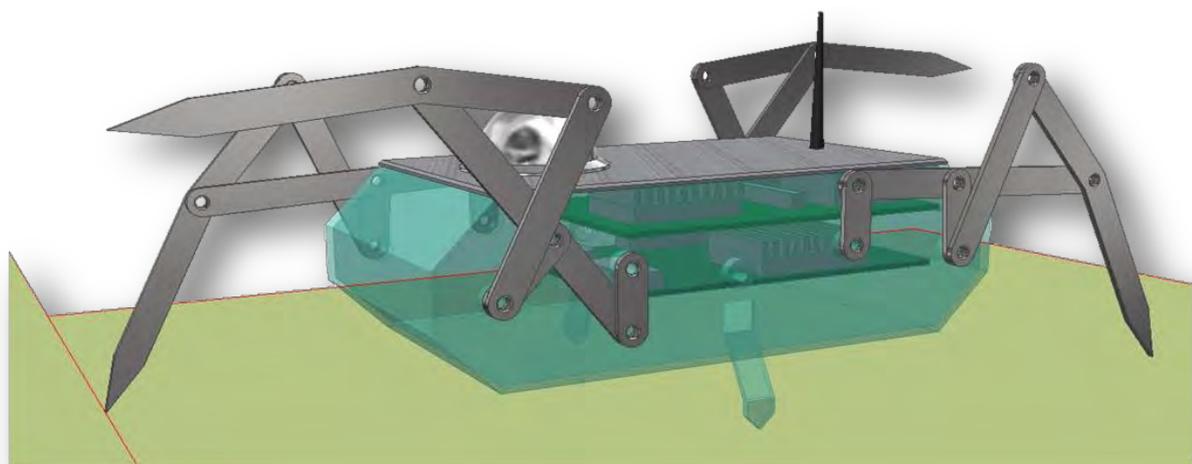
По результатам этой работы, а также при тесном сотрудничестве с профильными предприятиями, выделяются актуальные объекты и направления их исследований (в соответствии с направлениями развития отрасли).

Для каждой отдельной специальности формируются локальные задачи, которые для конкретного студента выражаются либо в проработке варианта конструктивного исполнения (для инженеров по специальности "Приборостроение"), либо в комплексной проработке си-

стемы из вариантов ее компоновки (для инженеров специальности "Управление в технических системах).

Вся структура процесса разработки изделия разбивается на подзадачи, из которых формируются локальные практические работы, выполняя которые в рамках дисциплин базовой и профессиональной частей подготовки, студент проводит многостороннюю проработку дисциплины применительно к своему объекту исследования.

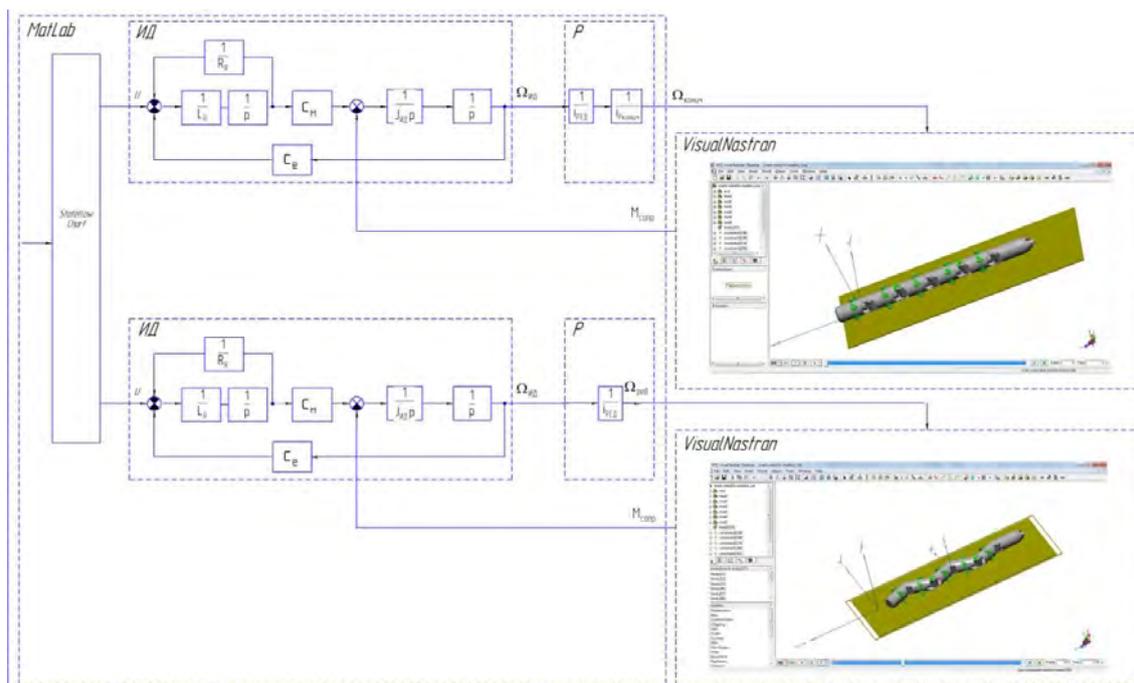
Как и на предприятиях, разработка изделия начинается с его геометрического описания (рисунок 2). Для этого инженеры используют средства CAD. Студенты изучают этот этап как теоретически – в курсе инженерной графики, так и практически – в курсе 3D моделирования (проектирования). Использование современных информационных технологий – прямой ассоциативной связи CAD – CAE – CAM позволяет исследовать влияние геометрии конструкторской модели на ее работоспособность и возможности производства. Тем самым реализуется принцип вариантности для финальных дипломных работ.



**Рисунок 2 – Пример конструктивного облика паукообразного робота, выполненного в Autodesk Inventor**

Дальнейшая проработка изделия для указанных специальностей разделяется – "управленцы" исследуют работу изделия на системном уровне, а "прибористы" занимаются изучением конструктивных особенностей. Соответственно, используемые при этом программные комплексы по моделированию гидроприводов и гидросистем подразделяются на модели макро- и микроуровня, исследующие обобщенные параметры систем и детальны характеристики входящих в них элементов.

Структурная проработка изделия проводится на схемном уровне. На этом же этапе активно применяются программные средства моделирования и анализа схемных решений – на макроуровне (используя программу Matlab/Simulink или его бесплатный аналог SciLab). Эти программные комплексы отражают специфику работы на данном этапе и предоставляют возможность разработчику использовать описание исследуемой системы в естественной для прикладной области графической форме и представлять получаемые результаты в наглядной форме в виде графиков (рисунок 3).

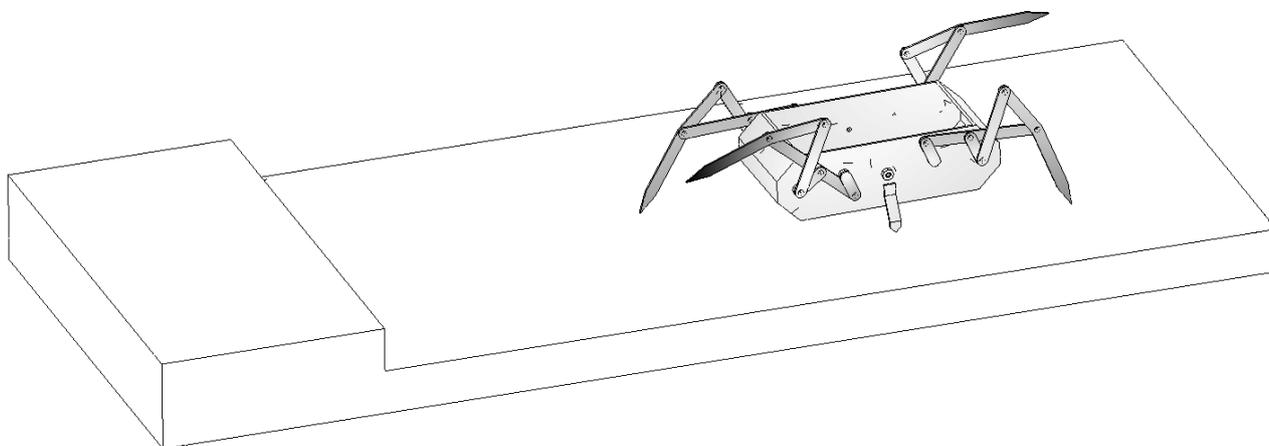


**Рисунок 3 - Пример моделирования системы управления роботом в Matlab/Simulink**

Использование систем визуального моделирования позволяет создавать системы и проводить виртуальные эксперименты с ними. Исследовательская составляющая заключается в изучении отдельных внешних и внутренних факторов воздействия и применима для локализации индивидуального направления для реализации в рамках ВКР.

Следующим этапом разработки изделия является детальная проработка его механизмов и узлов. Исходными данными для этого этапа являются результаты моделирования на системном (макро-) уровне в вышеприведенных программных средствах. Данный этап характеризуется своей глубиной проработки. Спектр решаемых задач более чем многообразен: кинематика механизмов, механика конструкций и материалов, динамика жидкости, электромагнетизм, тепло-массообмен и т.д., а также их комбинации в идеологии связанного (комплексного) анализа.

Мультидисциплинарный (мультифизический) анализ призван объединить в единой реализации математический аппарат различной физической природы: механики, кинематики, гидромеханики, электромагнетизма, теплотехники и т.д. (рисунок 4) [5].



**Рисунок 4 - Результат моделирования кинематики и напряженно-деформированного состояния паукообразного робота при преодолении типового препятствия**

Трансдисциплинарный подход позволяет на ограниченном числе объектов проводить их разносторонний анализ, более глубоко и детально изучить как свойства целевого объекта, так и используемые инструменты программных комплексов, а также исследовать влияния отдельных факторов, формируя научное направление, развиваемое в рамках ВКР бакалавров и магистерских диссертаций.

### **Заключение**

Переход от специалитета к бакалавриату, уменьшение времени обучения студентов при увеличении информационной сферы диктует необходимость смены парадигмы образования – от однодисциплинарного к трансдисциплинарному подходу к процессу образования.

Трансдисциплинарный подход к образовательному процессу позволит осуществить общенаучную классификацию и систематизацию дисциплинарных знаний. После такой обработки, дисциплинарные знания становятся полностью адаптированными к их совместному использованию в решении научно-исследовательских и практических проблем любой сложности.

Процесс разработки изделия разбивается на подзадачи, из которых формируются локальные монодисциплинарные практические работы, выполняя которые в рамках дисциплин базовой и профессиональной частей подготовки, студент проводит многостороннюю проработку дисциплины применительно к своему объекту исследования.

Однако для реализации предлагаемого подхода необходима углубленная проработка рабочих программ методическим управлением ВУЗа.

### **Список использованной литературы:**

1. Мокий, М.С. Трансдисциплинарность в высшем образовании: экспертные оценки, проблемы и практические решения / М.С. Мокий, В.С. Мокий // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. С. 687.
2. Сенашенко, В.С. Междисциплинарность образования как отражение междисциплинарности окружающего мира на любых условиях его организации. / В.С. Сенашенко. // Управление устойчивым развитием. 2016. №3 (04). С. 79-85.
3. Современное инженерное образование : учеб. пособие / А. И. Боровков [и др.]. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2012. - 80 с.
4. Андреев, А.Л. Перспективы образования: компетенции, интеллектуальные среды, трансдисциплинарность / А.Л. Андреев // Высшее образование в России. 2014. № 3. С. 30-41.
5. Пузанов, А.В. Компьютерное моделирование в учебном процессе / А.В. Пузанов // Инженерный вестник, 2015, №8. -С. 1076-1083.