

УДК 37.02:372.8

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА»

Наумкин Н.И., Ломаткин А.Н.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», Саранск, e-mail: naumn@yandex.ru

В предлагаемой статье рассмотрено проектирование содержания интегрированной дисциплины «Прикладная механика» учебного плана направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева», направленного на подготовку студентов технических вузов к инновационной инженерной деятельности (ИИД). В ходе проектирования авторами выполнен анализ содержания дисциплин учебного плана вышеуказанного направления, разработана схема взаимодействия интегрированной дисциплины «Прикладная механика» с другими дисциплинами плана, описаны модули первого и второго вида этой дисциплины, составлена структурная схема рассматриваемой дисциплины, демонстрирующая моделирование полного инновационного цикла ИИД, от синтеза до получения нового инновационного продукта, и обеспечение активного вовлечения студентов во все этапы инновационного цикла ИИД. Разработанная и реализованная дисциплина включает такие разделы, как теоретическая механика, теория механизмов и машин, сопротивление материалов, детали машин, 3D-моделирование, аддитивные технологии, структурированные на модули 1-го и 2-го видов. Результатом освоения студентами этой дисциплины является овладение методами проектирования, 3D-моделирования, конструирования, печати на 3D-принтерах различных деталей машин, а самое главное – навыками разработки и изготовления инновационного продукта. Такие интегрированные дисциплины позволяют без нарушения учебного плана реализовать инновационную подготовку.

Ключевые слова: учебная интегрированная дисциплина, модуль, инновационная инженерная деятельность, инновационный продукт

DESIGNING THE CONTENT OF THE INTEGRATED DISCIPLINE «APPLIED MECHANICS»

Naumkin N.I., Lomatkin A.N.

National Research Mordovia State University, Saransk, e-mail: naumn@yandex.ru

The proposed article considers the design of the content of the integrated discipline «Applied mechanics» of the curriculum of the training direction 13.03.01 «heat And power engineering» of the Ogarev Moscow state University, aimed at preparing students of technical universities for innovative engineering activities (IID). During the design process, the authors performed content analysis of curriculum the above directions, the developed scheme of interaction of the integrated disciplines of Applied mechanics with other disciplines plan describes the modules of the first and second species of this discipline, the flow diagram of this discipline, showing a simulation of the full innovation cycle IID, from synthesis, to obtain a new product innovation and ensuring the active involvement of students in all stages of the innovation cycle IID. The developed and implemented discipline includes such sections as: theoretical mechanics, theory of mechanisms and machines, resistance of materials, machine parts, 3D modeling, additive technologies, structured into modules of the 1st and 2nd types. The result of mastering this discipline by students is mastering the methods of design, 3D modeling, construction, printing on 3-D printers of various machine parts, and most importantly – the skills of developing and manufacturing an innovative product. Such integrated disciplines allow you to implement innovative training without violating the curriculum.

Keywords: integrated educational discipline, module, innovative engineering activity, innovative product

Все нормативные документы, регламентирующие развитие экономики страны, включая Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. N 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года», подразумевают их реализацию на основе использования инновационной деятельности, и первостепенной задачей технических вузов, в этих условиях, должно быть обучение ИИД будущих специалистов. Однако, несмотря на это, ни в образовательных стандартах, ни в учебных планах вузов не предусмотрено такое обучение [1]. Для разрешения этого противоречия авторами предлагается, без нарушения учебных планов подготовки, проектировать уже существующие учебные дисциплины интегрированными, т.е. дополнительно включить

в них или отдельные модули инновационной подготовки, или специальные разделы, посвященные ей. Частично такой опыт проектирования и реализации уже имеется в МГУ им. Н.П. Огарева, в частности использование для подготовки к ИИД интегрированных учебных дисциплин (ИУД) [2].

Целью предлагаемой статьи является подготовка студентов к ИИД при обучении ИУД «Прикладная механика» на основе нового подхода к ее проектированию.

Материалы и методы исследования

В своих исследованиях мы опирались на концептуальные основы многоуровневой и многоэтапной подготовки студентов вузов к ИИД, реализуемой в рамках разработанной ранее методологической системы ис-

следования проблем такой подготовки [3], включающей: 1) общенаучные и специальные подходы (интегрированный – при интеграции содержания дисциплины, инновационный – для обеспечения продуктивности деятельности, структурный – при структурировании содержания, системный – для обеспечения единства и преемственности обучения и др.); 2) методы (проектный – при обучении одноименной деятельности, активные – при реализации деловой игры «Конструкторское бюро» и др.); общенаучные принципы (анализа-синтеза инновационных продуктов, индукции-дедукции – реализация деловой игры и др.).

Результаты исследования и их обсуждение

Считаем необходимым отметить, что аналогичные исследования проводятся и в других вузах страны, в частности: 1) И.В. Новгородцевой [4] предлагается интеграция традиционной педагогики с методикой обучения специальным дисциплинам в медицине [5]; 2) Г.Н. Курбонова [6] проектирует методическую систему обучения на основе интеграции содержания нескольких дисциплин; 3) Л.В. Абакумова и Е.А. Климова [7] предлагают для повышения качества обучения учащихся ССУСов использовать всестороннюю интеграцию учебных предметов и др.

Приведем содержание блоков (модулей) дисциплин направления подготовки «Теплоэнергетика» (табл. 1).

В ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева» авторами была спроектирована и внедрена в учебный процесс интегрированная учебная дисциплина (ИУД) «Прикладная механика» для студентов направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», традиционно включающая следующие формы занятий с обновленным содержанием: 1) лекционные занятия с модулем изучения инноватики, включающей аддитивные технологии; 2) лабораторный практикум, включающий работы по изучению технологий и оборудования быстрого прототипирования, а также по их освоению (3D-сканирование, 3D-печать, изготовление отливок на смешительно-заливочной установке и вакуумно-литьевой машине НВС 6-1); 3) практические занятия (3D-проектирование, 3D-моделирование и 3D-печать инновационных продуктов). Разработана система методической, методологической и компьютерной поддержки курса (учебники, учебные пособия, методические указания, программные ресурсы и др. материалы).

Проанализируем содержание и возможности спроектированной дисциплины «Прикладная механика». Ее структура идентична разработке новых инновационных продуктов и включает в качестве основных следующие разделы: теоретическая механика (ТМ), сопротивление материалов (СМ), теория машин и механизмов (ТММ), детали машин (ДМ), аддитивные технологии (АТ) (рис. 1).

Таблица 1

Блоки и дисциплины учебного плана

№ п/п	Название блока (модуля)	Перечень дисциплин, входящих в блок (модуль)
1	Общематематические и естественно-научные дисциплины	химия, физика, математика, информатика
2	Общепрофессиональные и общетехнические дисциплины	начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика, теоретическая механика, теплотехника, электротехника и электроника, прикладная механика, математическое моделирование, метрология, стандартизация и сертификация, теплотехника
3	Специальные дисциплины	газодинамика, трансформаторы теплоты, эксплуатация и ремонт энергооборудования, теплогенерирующие установки, источники и системы теплоснабжения, водоподготовка в энергетике, нагнетатели и тепловые двигатели, теплообменное оборудование
4	Общенаучный	психология личности и профессиональное самоопределение, основы инженерного проектирования, философия, правоведение, психология, история, социология, спецглавы математики, основы инновационной инженерной деятельности, основы интеллектуальной собственности
5	Общепрофессиональный	экономика и управление энергохозяйством предприятий, экономика и организация производства, воздействие энергетики на окружающую среду, экологическая безопасность на производстве, технология социальной адаптации



Рис. 1. Схема взаимодействия дисциплины «Прикладная механика» с другими дисциплинами

Содержание представленной дисциплины проектировалось на основе дидактических принципов межпредметных связей, генерализации и структуризации. Рассмотрим основные разделы ИУД «Прикладная механика» с учетом ранее рассмотренных авторами вопросов об особенностях проектирования содержания лекций по интегрированной дисциплине «Прикладная механика», где были представлены модули первого и второго уровней (табл. 2).

Модуль первого вида раздела «Теоретическая механика» (ТМ), так же как и в традиционной дисциплине, включает в себя статику, кинематику и динамику точек и звеньев. Модули второго вида раздела ТМ включают такие разделы, как силы и их классификация; сложение и разложение сил; равновесие системы сил; виды движений; скорости и ускорения; динамика; принцип Даламбера. На рис. 1 представлена взаимосвязь между собой и новой дисциплины с другими дисциплинами плана.

Модуль первого вида раздела «Сопротивление материалов» (СМ) состоит из раз-

делов: виды деформаций, виды нагружений. Модуль второго вида раздела СМ включает понятия и представления о деформациях и напряжениях, допускаемых напряжениях и запасе прочности, сжатии, растяжении, изгибе, сдвиге, кручении, сложном сопротивлении и прочности при переменных нагрузках.

Модуль первого вида раздела «Теория механизмов и машин» (ТММ) изучает основные понятия и определения, подвижность механизмов, метод планов, силовой расчет, передачи. Модуль второго вида раздела ТММ включает понятия машина, механизм, звено, кинематические пары и их классификация; кинематические цепи; группы Ассур; принцип образования механизмов по Ассур; методы исследования; метод кинематических диаграмм, планов скоростей и ускорений; свойства планов; основные задачи силового расчета; передаточного отношения. В этом модуле выполняются интегрированные лабораторные работы модуля ТММ, порядок выполнения которых ранее описали Н.И. Наумкин и А.Н. Ломаткин.

Модуль первого вида раздела «Детали машин» (ДМ) включает: общие сведения о проектировании машин; валы, оси, зубчатые колеса и их расчет, опоры валов, осей и виды соединений. Второй модуль ДМ включает: основные принципы проектирования; основы метрологии; краткие сведения о конструкционных материалах; расчет зубчатых колес на прочность (виды разрушений и критерии работоспособности); расчет на контактную прочность; расчет зубьев на изгиб; расчет валов и осей на жесткость; подшипники скольжения, смазка; классификация, конструкция и расчет подшипников качения; разъемные соединения (резьбовые, шпоночные, шлицевые); неразъемные соединения. В этом модуле выполняются интегрированные лабораторные работы «Изучение деталей резьбовых соединений», «Изучение конструкции зубчатого редуктора».

Модуль первого вида раздела «Аддитивные технологии» (АТ) посвящен изучению аддитивных технологий. Модуль второго вида раздела АТ включает в себя изучение

технологического процесса изготовления деталей методом прототипирования.

Интегрированная дисциплина «Прикладная механика» внедрена в учебный процесс на кафедре основ конструирования механизмов и машин Института механики и энергетики ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева» Центра проектирования и быстрого прототипирования «Рapid-Про». К этому курсу адаптированы лабораторные работы «Структурный анализ механизмов», «Определение основных параметров зубчатых колес с помощью инструментов», «Кинематический анализ зубчатых механизмов», «Изучение деталей резьбовых соединений», в которые включено содержание аддитивных технологий.

На рис. 2 показана целостность рассматриваемой дисциплины и демонстрация в рамках одной дисциплины «Прикладная механика» моделирования полного инновационного цикла ИИД (от синтеза до получения нового инновационного продукта) и вовлечение в процессе обучения студентов во все этапы ИИД [8].

Таблица 2

Разделы и модули УИД «Прикладная механика»

№ п/п	Название раздела	Модули 1-го вида	Модули 2-го вида
1	Теоретическая механика	Статика, кинематика и динамика	Силы и их виды; сложение и разложение сил; условия равновесия системы сил; виды движения; скорости и ускорения точек и звеньев; динамика материальных тел; основные теоремы динамики
2	Сопrotивление материалов	Виды деформаций и нагрузений	Основные понятия (деформация, напряжения, допускаемые напряжения, запас прочности). Виды нагружения (сжатие, растяжение, изгиб, сдвиг, кручение, сложное нагружение). Прочность при переменных нагрузках
3	Теория механизмов и машин	Основные понятия и определения, подвижность. Методы исследования механизмов. Зубчатые передачи	Основные понятия и определения (машина, механизм, звено, кинематические пары и их виды; кинематические цепи и их виды; структурные группы). Принцип образования механизмов по Ассур. Методы исследования механизмов (графические, метод планов, кинетостатическое исследование). Передачи вращательного движения
4	Детали машин	Общие сведения о проектировании машин; валы, оси, зубчатые колеса их расчет; опоры валов, осей и виды соединений	Основные принципы проектирования машин. Взаимозаменяемость и стандартизация. Конструкционные материалы. Расчет на прочность зубчатых передач, виды их разрушения и критерии работоспособности. Расчет на контактную прочность. Расчет зубьев на изгиб. Расчет валов и осей. Опоры валов и осей (подшипники скольжения, смазка, классификация, конструкция подшипников, расчет подшипников качения). Виды соединений (резьбовые, разъемные, шпоночные, шлицевые соединения; неразъемные соединения)
5	Аддитивные технологии	Введение в аддитивные технологии	Технологии быстрого прототипирования и копирования



Рис. 2. Целостность интегрированной дисциплины «Прикладная механика»

Выводы

Таким образом, в ходе исследования были: 1) конкретизированы дисциплины учебного плана направления подготовки «Теплоэнергетика»; 2) была разработана и реализована интегрированная дисциплина «Прикладная механика», в которую дополнительно к традиционным разделам механики (сопротивление материалов, теоретическая механика, теория механизмов и машин, детали машин) включен раздел «Аддитивные технологии с элементами инноватики»; 3) такая интеграция позволяет студентам включиться во все этапы инновационной инженерной деятельности по получению инновационного продукта. После изучения ИУД «Прикладная механика» студенты должны уметь решать задачи проектирования и конструирования разных деталей машин; выполнять их расчеты; иметь практические навыки создания 3D-моделей отдельных деталей машин и их 3D-печати. Это позволит более эффективно формировать у студентов компетентность в инновационной инженерной деятельности.

Работа выполнена при поддержке проекта № 18-013-00342 Российского фонда фундаментальных исследований.

Список литературы

1. Наумкин Н.И., Ломаткин А.Н., Рожков Д.А., Кручинкин Д.С., Иншаков В.А. Разработка педагогической модели методической системы подготовки студентов вузов к инновационной деятельности при обучении интегрированным дисциплинам // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 10. С. 153–157.
2. Основная профессиональная образовательная программа высшего образования по направлению подготовки 13.03.01-Теплоэнергетика и теплотехника (бакалавриат). [Электронный ресурс]. URL: https://mrsu.ru/ru/edu/spec_edu3/detail.php?ELEMENT_ID=35237 (дата обращения: 10.08.2020).
3. Наумкин Н.И., Шекшаева Н.Н. Методологическое обеспечение исследований по проблеме подготовки студентов к инновационной инженерной деятельности // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 5. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=29159> (дата обращения: 10.08.2020).
4. Педагогика с методикой преподавания специальных дисциплин: учебное пособие модульного типа / сост. И.В. Новгородцева. М.: ФЛИНТА, 2011. 378 с.
5. Романцов М.Г., Сологуб Т.В. Педагогические технологии в медицине: учебное пособие. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 112 с.
6. Курбонова Г.Н. Интеграция и взаимодействие учебных дисциплин в структуре компетентностной модели профессиональной подготовки педагога-музыканта // Педагогика искусства. 2013. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.art-education.ru/AE-magazine> (дата обращения: 10.08.2020).
7. Абакумова Л.В., Климова Е.А. Интеграция учебных дисциплин как способ формирования компетенций студентов на уроках специальных дисциплин и производственного обучения. [Электронный ресурс]. URL: <https://urok.1sept.ru/> (дата обращения: 10.08.2020).
8. Кондратьева Г.А. Особенности проектирования содержания встраиваемого гибкого учебного модуля практической подготовки студентов технических вузов к инновационной инженерной деятельности // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского 2018. № 3 (69). С. 139–146.