

Особенности преподавания дисциплины «Физика и естествознание» в техническом университете

М.Ю. Докукин

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Аннотация: В статье выделяются условия и требования современного инженерного бизнеса, и в этой связи рассматриваются основные цели и задачи при подготовке необходимых специалистов. В работе раскрывается содержание курса "Физика и естествознание" для подготовки бакалавров по направлению "Инноватика". При рассмотрении различных естественнонаучных проявлений подчеркивается важность основных положений и принципов физики. В качестве примеров реализации особых методов преподавания данной дисциплины показаны презентации некоторых лекции и семинара. Представленная дисциплина позволяет изучать объекты и явления, самых различных по природе и сложности, и делать заключения об их динамике и эволюции.

Ключевые слова: инноватика, естествознание, рубежный контроль, физический практикум студентов.

Введение

Современный инженерный бизнес находится на этапе инновационного развития, а управление инновациями стремительно переходит из ряда научных концепций в текущую работу предприятий. Специалисты должны: обладать одновременно теоретическими знаниями и практическим опытом инженера, экономиста и менеджера; глубоко разбираться в предмете инженерного бизнеса (в наукоемких продуктах и технологиях); системно анализировать отечественный и зарубежный рынки; комплексно решать вопросы разработки и создания продукта [1 – 5]. Иначе говоря, выпускники должны обладать широким набором общенаучных, профессиональных, социально-личностных и общекультурных компетенций.

В связи с этим вопросы развития необходимых качеств и способностей у студентов приобретают решающее значение. В МГТУ им. Н.Э. Баумана начата подготовка бакалавров по новому направлению обучения «Инноватика».

В базовой части общей образовательной программы указанного направления по математическому и естественнонаучному циклу находится

новая учебная дисциплина «Физика и естествознание». Руководствуясь идеей о гуманитаризации и фундаментализации высшего профессионального образования, при разработке соответствующего курса мы исходили из возможности интеграции фундаментального, гуманитарного и технического знаний. Подобные интегральные дисциплины, как показывает практика преподавания [6 – 8], способствуют активизации восприятия студентами разных областей знания и одновременно систематизации полученных знаний. Поэтому в содержание этой дисциплины входит рассмотрение основных физических принципов, моделей, положений и законов в преломлении идей и задач современной инженерии.

Задачами преподавания данной дисциплины являются:

- 1) усвоение будущими бакалаврами основных законов окружающего мира в их взаимосвязи;
- 2) освоение бакалаврами фундаментальных принципов и методов решения научных и технических задач;
- 3) формирование у выпускников навыков использования основных законов и положений физики в ходе анализа ситуаций, с которыми им приходится сталкиваться при создании новых продуктов;
- 4) изучение основных естественно-научных теорий, позволяющих описать явления в микро- и макромире, а также пределов применимости этих теорий;
- 5) рассмотрение студентами в историческом аспекте достижений физики и в целом современного естествознания.

Содержание курса

Курс «Физика и естествознание» общим объемом 306 часов (в том числе 102 часа на самостоятельную работу) построен по модульно-рейтинговой системе, разработанной в МГТУ им. Н.Э. Баумана, и рассчитан на три семестра (второй, третий и четвертый семестры).



Во втором семестре в рамках первых двух модулей студенты получают знания по основам классической и релятивистской механики, о началах равновесной термодинамики и по основам молекулярно-кинетической теории. Теоретические знания, полученные на лекциях, закрепляются при решении задач на семинарах и в ходе выполнения домашних заданий. В домашних заданиях проводятся расчеты: механических систем, в которых затрагиваются элементы теории удара с привлечением законов сохранения; колебательных систем и акустических волн. В процессе физического практикума студенты выполняют ряд лабораторных работ, на которых они знакомятся с правилами и методами физического эксперимента, проводят эксперименты по тематике классической механики и термодинамики, а также повторяют усвоенный теоретический материал. В конце каждого модуля проводится рубежный контроль по материалам лекций и семинаров.

В третьем семестре в рамках следующих двух модулей студенты осваивают разделы электромагнетизма и оптики. Они самостоятельно выполняют домашние задания, в которых рассчитывают характеристики диэлектрического конденсатора и той или иной магнитной токовой системы, проводят расчеты электродинамической системы и характеристик электромагнитных волн. В физическом практикуме студенты выполняют лабораторные работы, в которых знакомятся с принципами работы и правилами эксплуатации электроизмерительной техники, проводят эксперименты по тематике электромагнетизма и волновой оптике. Каждый модуль завершается рубежным контролем знаний студентов по прослушанным разделам лекционного курса и полученных навыков в решении задач.

В четвертом семестре в рамках следующих двух модулей студенты проходят разделы квантовой оптики и квантовой механики, основы атомной физики и физики твердого тела, изучают достижения и основные концепции

современного естествознания, знакомятся с теорией хаоса и порядка, с принципами самоорганизации сложных систем, с содержанием эволюционно-синергетической парадигмы естествознания. Полученные на лекциях теоретические знания они закрепляют в ходе решения задач на семинарах. В течение семестра студенты выполняют два домашних задания: тема первого задания связана с элементами квантовой оптики и квантовой механики, а тема второго – с элементами физики твердого тела и с вопросами радиоактивности. В конце каждого модуля запланирован рубежный контроль. Большой объем самостоятельной работы студентов в данном семестре отведен на подготовку и написание ими рефератов на темы, связанные с проблемами современной физики и естествознания, с вопросами применения естественнонаучных идей и теорий при решении инновационных и маркетинговых задач.

Особенности преподавания курса

Каждое учебное мероприятие (лекция, семинар, лабораторная работа, домашнее задание, рубежный контроль, экзамен) имеет свою рейтинговую, балльную оценку, которая учитывается при подведении результатов работы студента за семестр. Это позволяет поддерживать необходимую ритмичность учебного процесса и систематичность в приобретении знаний студентами.

Занятия проводятся по интерактивному методу, включающему в себя постоянное общение и взаимодействие преподавателей и студентов через интернет в плане предварительной рассылки презентаций лекций, планов семинарских занятий, проведения консультаций по теоретическим вопросам и по домашним заданиям.

Как примеры реализации особых методов преподавания [9 – 11] данного курса ниже на рис. 1 и рис. 2 показаны в виде слайдовых схем презентации лекции и семинарского занятия.

<p style="text-align: center;"><i>Лекция № __</i></p> <p style="text-align: center;">Синергетика и эволюция</p>	<p><i>Вопросы:</i></p> <ul style="list-style-type: none">▪ Неравновесные состояния материи. Длина корреляции▪ Принципы организации и самоорганизации в живой и неживой природе▪ Синергетика: область исследований, задачи▪ Методы и модели синергетики. Эволюционно-синергетическая парадигма естествознания
<p style="text-align: center;"><i>Неравновесные состояния материи. Длина корреляции</i></p> <p>Равновесные состояния систем, будь то кристаллы или газы, характеризуются длиной корреляции $l \sim 10^{-10}$ м.</p> <p>Корреляции, характеризующие сильно неравновесные ситуации, могут охватывать макроскопические расстояния $l \geq 10^{-2}$ м.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Неравновесные состояния материи. Длина корреляции</i></p> <p>На примерах ячеек Бенара, диссипативных структур Тьюринга прослеживается общая тенденция: сильно неравновесные процессы могут быть источником когерентности, иначе говоря, могут определять условие образования огромного множества типов структурированного коллективного поведения.</p>
<p style="text-align: center;"><i>Принципы организации и самоорганизации в живой и неживой природе</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Система должна быть открытой и иметь приток энергии и вещества извне• Предполагается неравновесность системы (или ее удаленность от равновесия)• Процесс возникновения и усиления порядка через флуктуации	<p style="text-align: center;"><i>Принципы организации и самоорганизации в живой и неживой природе</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Работает принцип положительной обратной связи• В системе должно быть достаточное количество взаимодействующих элементов• Процесс самоорганизации предполагает нарушение симметрии
<p style="text-align: center;"><i>Синергетика: область исследований</i></p> <p>Синергетика исследует сложные неравновесные системы различной природы (физической, химической, биологической, экологической и др.) с целью выявления и изучения общих закономерностей в процессах образования, существования и разрушения в них упорядоченных временных и пространственных структур.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Синергетика: задачи</i></p> <p>Анализ и расчет самоорганизующихся систем.</p> <p>Анализ и расчет аттракторов.</p> <p>Математическое моделирование сложных систем.</p>
<p style="text-align: center;"><i>Методы и модели синергетики</i></p> <p>Методы синергетики в значительной степени аналогичны методам теории колебаний и волн, термодинамики неравновесных процессов; теории фазовых переходов; статистической механики. Для многих задач синергетики построение теории поведения рассматриваемой системы сводится к созданию и анализу вероятностной модели.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Эволюционно-синергетическая парадигма естествознания</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Синергетика сформулировала основную тенденцию развития природы создание более сложных систем из простых.• Идеи синергетики носят междисциплинарный характер, а поэтому могут служить основой при построении парадигмы универсального эволюционизма

Рис. 1. – Слайдовая схема презентации лекции

<p style="text-align: center;">Семинар № __ Уравнения Максвелла</p>	<p><i>План занятия:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Формулирование уравнений Максвелла ▪ Применения уравнений Максвелла для решения задач ▪ Задача по расчету вихревого электрического поля ▪ Задача по расчету магнитного поля ▪ Расчет энергии электромагнитного поля
<p><i>Формулирование уравнений Максвелла</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • $\oint \vec{E} d\vec{l} = - \int \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$ • $\oint \vec{H} d\vec{l} = \int (\vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}) d\vec{S}$ <p>(1)</p> <ul style="list-style-type: none"> • $\oint \vec{D} d\vec{S} = \int \rho dV$ • $\oint \vec{B} d\vec{S} = 0$ 	<p><i>Применения уравнений Максвелла для решения задач</i></p> <p>Уравнения Максвелла применяются или в интегральной форме (1), или в дифференциальной форме (2):</p> <ul style="list-style-type: none"> • $\text{rot} \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}; \quad \square \text{rot} \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$ (2) • $\text{div} \vec{D} = \rho; \quad \square \text{div} \vec{B} = 0$
<p><i>Задача по расчету вихревого электрического поля</i></p> <p>Условия задачи: Длинный прямой соленоид имеет n витков на единицу длины. В нем течет ток $I = I_m \sin \omega t$. Найти плотность тока смещения как функцию расстояния r от оси соленоида. Радиус сечения соленоида R.</p>	<p><i>Задача по расчету магнитного поля</i></p> <p>Пространство между обкладками плоского конденсатора, имеющими форму круглых дисков, заполнено однородной слабо проводящей средой с проводимостью σ и диэлектрической проницаемостью ϵ. Расстояние между обкладками d. Пренебрегая краевыми эффектами, найти напряженность магнитного поля между обкладками на расстоянии r от их оси, если на конденсатор подано переменное напряжение $U = U_m \cos \omega t$.</p>
<p><i>Расчет энергии электромагнитного поля</i></p> <p>Условия задачи: Тонкое равномерно заряженное кольцо радиуса $a = 10$ см вращается вокруг своей оси с угловой скоростью $\omega = 100$ рад/с. Найти отношение плотностей энергии магнитного и электрического полей на осикольца в точке, отстоящей от его центра на расстояние $l = a$.</p>	<p><i>Рекомендации к решению задач</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Проиллюстрировать задачу рисунком, отражающим рассматриваемые физические явления. На рисунке показать силовыми линиями действующие физические поля. • Использовать уравнения Максвелла в форме (1). • Проверить полученные результаты на размерность.

Рис. 2. – Слайдовая схема презентации семинара

Литература

1. Измайлова М.А. Государство, бизнес, образование: поиск нового формата взаимодействия в условиях перехода к инновационной экономике // Экономика образования. 2014. № 5. С. 4 – 18.



2. Кельчевская Н.Р., Гончарова Н.В., Неволина А.Л. Интеграция образования и фундаментальной науки: проблемы, тенденции, опыт // Экономика образования. 2013. № 4. С. 4–16.
3. Пак Ю.Н., Пак Д.Ю., Иманов М.О. Концептуализация интеграции высшей школы и сферы труда в контексте модернизации образования // Экономика образования. 2015. № 5. С. 29 – 42.
4. Strijbos J., Engels N., Struyven K. Criteria and standards of generic competences at bachelor degree level: A review study // Educational Research Review. 2015. V. 14. P. 18 – 32.
5. Левков К.Л., Фиговский О. Л. Инновационный процесс и инновационный инженер // Инженерный вестник Дона, 2012, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/876/.
6. Шукшунов В.Е., Лозовский В.Н., Буланова-Топоркова М.В., Сучков Г.В. Университетское техническое образование: концептуальные основы // Высшее образование в России. 2004. № 10. С. 19 – 30.
7. Шукшунов В.Е. Фундаментализация гуманизация – основа университетского технического образования // Известия МАН высшей школы. 2001. № 1 (16). С. 9–21.
8. Старыгина А.М. Модернизация образования и проблема сохранения отечественной образовательной традиции // «Инженерный вестник Дона», 2014, № 4 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2014/2603/.
9. Докукин М.Ю. Концепции современного естествознания: Учебное пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. 147 с.
10. Завестовская И.Н., Калашников Н.П., Крохин О.Н., Муравьев-Смирнов С.С. Методика и дистанционные технологии в курсе общей физики в НИЯУ МИФИ // Физическое образование в вузах. 2015. Т. 21. № 3. С. 35 – 45.



11. Stan van Ginkel, Gulikers J. Biemans H., Mulder M. Towards a set of design principles for developing oral presentation competence: A synthesis of research in higher education // Educational Research Review. 2015. V. 14. P. 62 – 80.

References

1. Izmaylova M.A. Ekonomika obrazovaniya. 2014. № 5. pp. 4 – 18.
2. Kelchevskaya N.R., Goncharova N.V., Nevolina A.L. Ekonomika obrazovaniya. 2013. № 4. pp. 4–16.
3. Pak Yu.N., Pak D.Yu. Ekonomika obrazovaniya. 2015. № 5. pp. 29 – 42.
4. Strijbos J., Engels N., Struyven K. Educational Research Review. 2015. V. 14. pp. 18 – 32.
5. Levkov K.L., Figovsky O.L. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/876/.
6. Shukshunov V.E., Lozovsky V.N., Bulanova-Toporkova M.V., Suchkov G.V. Vyshee obrazovanie v Rossie. 2004. № 10. pp. 19 – 30.
7. Shukshunov V.E. Izvestiya MAN vyshey shkoly. 2001. № 1 (16). pp. 9–21.
8. Starygina A.M. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2014, № 4 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2014/2603/.
9. Dokukin M.Yu. Kontsheptshii sovremenogo estestvoznaniya [The Concepts of modern natural sciences]. Moscow: The publishing house of BMSTU, 2010. 147 p.
10. Zvestovskaya I.N., Kalashnikov N.P., Krohin O.N., Murav'yev-Smirnov S.S. Fizicheskoe obrazovanie v vuzah. 2015. T. 21. № 3. pp. 35 – 45.
11. Stan van Ginkel, Gulikers J., Biemans H., Mulder M. Educational Research Review. 2015. V. 14. pp. 62 – 80.