

УДК 519+37.013(082)

*И.В. ИЗМАЙЛОВ, Б.Н. ПОЙЗНЕР***РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ В ОПТИКЕ»:
ОПЫТ СОСТАВЛЕНИЯ**

Авторы делятся опытом разработки программы дисциплины «Колебания и волны в оптике» для бакалавров-радиофизиков.

Ключевые слова: колебания и волны, оптика, синергетика, аксиоматическая схема, педагогика.

В литературе, где обсуждается инициированная Министерством образования и науки РФ «реформа высшей школы», нередко высказывается тезис: основным базисным элементом модели выпускника вуза является компетенция [1, с. 16]. Подчеркнём выразительную этимологию слова «компетенция». Породивший его латинский глагол *compeo* означает: вместе стремиться, в переносном смысле – быть способным, а корнем служит *peto* – стараться достать что-либо. Переход к двухуровневому образованию среди совокупности проблем выявил и такую: «по мнению выпускников, наиболее слабо они подготовлены в области системных компетенций, что согласуется с результатами анкетирования преподавателей и работодателей». Кроме того, «выпускники отмечают также недостаток овладения межличностными компетенциями, в частности такими, как способность работать в международной среде, способность общаться со специалистами других областей и способность работать в междисциплинарной команде» [1, с. 17].

Развитию таких компетенций, бесспорно, служит изучение студентами вопросов, относящихся к теории систем, синергетике, универсальному эволюционизму, теории колебаний и волн. Относительно роли последней и сегодня актуальна позиция академика Л.И. Мандельштама: «он понимал учение о колебаниях очень широко. Он говорил, что наряду с “национальными” языками механики, акустики, оптики, электродинамики существует “интернациональный язык теории колебаний”, охватывающий все эти области и позволяющий, обладая интуицией в одной из них, легко разбираться в остальных» (цит. по [2, с. 32]). По многим признакам, сегодня лидером в развитии естествознания, а также комплекса социогуманитарных наук служит синергетика (известная под различными названиями: теория самоорганизации, нелинейная динамика, теория сложности etc.). Как известно, синергетика срослась с представлениями, методами, моделями теории колебаний и волн, на языке которой описываются многие фундаментальные явления [3].

Авторы столкнулись с необходимостью спроектировать обучение основам теории колебаний и волн (вариативная часть профессионального цикла бакалавриата по направлению подготовки 200700 – Фотоника и оптоинформатика) студентов-радиофизиков пятого семестра, знакомых с курсами общей физики, математического анализа, теории дифференциальных уравнений etc.

Исходя из сказанного и стремясь развить у студентов не только инструментальные, но также системные и межличностные компетенции, мы решили опереться на ряд тематических блоков. К ним относятся эвристические предписания и рецепты для решения проблемы перехода от обозрения реальности к её изучению, полноценному в смысле холистического подхода. Они содержатся: α) в аксиоматической схеме исследования систем (реологическом описании как эвристическом принципе и версии моделирования систем) [4, с. 58–137]; β) в развитии теории подобия (введением понятий равносильности, сходства, одинаковости, уподобления [4, с. 168–291] физических явлений, законов, структур, процессов etc.); γ) в соотношении трёх парадигм: динамической системы, «чёрного ящика» в кибернетике, аксиоматической схемы исследования, оперирующей «модификаторами», «условными потоками», «аккумуляторами» [4, с. 138–159]; δ) в подходе к различению систем, эволюции системы и эволюции в системе, к управлению их разнообразием [4, с. 253–379].

Разумеется, всё это не отменяет необходимости глубоко изучать традиционный язык описания и генеральные темы теории колебаний и волн: *a*) динамическая система как принцип и версия моделирования систем, а также её «апофатические» аспекты (незамкнутость, неравновесность, неустойчивость, нелинейность); *b*) волны: базовые понятия и эффекты, особенности электромагнитных волн; *c*) влияние на волновой процесс нелинейности, дисперсии свойств, размеров материальной среды и диссипации энергии. Поскольку курс адресован будущим специалистам по фотонике и оптоинформатике, то общие понятия и принципы иллюстрируются примерами из оптики

(некоторые из них содержатся в [4, с. 426–455; 5, 6, с. 70–110, 134–177]). Некоторые элементы оптических устройств толкуются через призму авторской аксиоматической схемы исследования.

Авторы видят цели освоения этой дисциплины в приобретении студентами знаний: об универсальных концептах (модель, система, структура, колебание, волна, вихрь); о возможности реологического описания систем как эвристическом принципе их моделирования; о теории динамических систем, их разновидностях и свойствах (в частности, об оптическом пучке как динамической системе); методов анализа колебательно-волновых явлений – применительно к задачам оптики, фотоники, оптоинформатики и, наконец, в понимании студентами холистического подхода как насущного компонента научной культуры. Чтобы дать представление об особенностях курса, в заключение приведем фрагменты содержания некоторых его разделов.

2. Пирамида реальностей. Грань между реальностью и моделью. Проблема опознавания и структурирования системы (как части реальности) и формализации её (в виде модели, т.е. системы из «пространства» моделей). «Слепые пятна», перипетии, узнавания в восприятии и мышлении (по В.В. Тарасенко). Методологический пример: линейность и нелинейность осциллятора как уровни идеализации реальности, изучаемой различными науками.

3. Возможный стандарт языка описания модели исследуемой системы произвольной природы, или универсальные компоненты системы. Понятия условного потока и его характеристик, модификатора, аккумулятора, границы, обратной связи и элементарной системы, абляционного (амортизационного), седиментационного, внутреннего, входного, выходного потоков, потока управления и управляемого модификатора. Пространство и время как фундаментальный модификатор и поток. Методологическая роль фигуры «наблюдателя». Относительность противопоставления категорий «условный поток» и «модификатор».

Принципы математического описания условного потока, модификатора, аккумулятора. Понятия форм потока и оператора, поглощения формы, параметров, параметров порядка, параметров состояния и управляющих параметров, передаточных характеристик в пространстве форм и пространстве параметров, (не)линейности. Примеры передаточных характеристик. Принцип подчинения темпа быстрой переменной темпу медленной *contra* принцип подчинения короткоживущих мод долгоживущим. Реологическая трактовка (авто)генераторов как преобразователей формы характеристик потока и / или одних характеристик потока в другие.

7. Волна и куматоид (по М.А. Розову) как репликаторы. Волна как поток с изменяющимися (топофизическими) характеристиками. Понятие скорости переноса характеристик. Бегущая и стоячая волна. Волновой пакет. Фазовый фронт волны. Фазовая и групповая скорость. Теорема о ширине частотной полосы. Поперечная и продольная волна, поляризация, плоскость поляризации. Плоские и сферические волны как эталонные модели в оптике. Понятие пространственной частоты и спектра. Пространственные гармоники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вознесенская А.О., Забелина И.А., Зиновьева В.С. и др. // Сб. тр. Конференция «Оптика и образование – 2008». – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2008. – С. 16–17.
2. Папалекси Н.Д. // Академик Мандельштам: к 100-летию со дня рождения. – М.: Наука, 1979. – С. 5–52.
3. Синергетическая парадигма. «Синергетика инновационной сложности». – М.: Прогресс-Традиция, 2011. – 496 с.
4. Измайлов И.В., Пойзнер Б.Н. Аксиоматическая схема исследования динамических систем: от критериев их разобщения к самоизменению. – Томск: STT, 2011. – 570 с.
5. Измайлов И.В., Лячин А.В., Пойзнер Б.Н. Детерминированный хаос в моделях нелинейного кольцевого интерферометра. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2007. – 258 с.
6. Владимиров С.Н., Измайлов И.В., Пойзнер Б.Н. Нелинейно-динамическая криптология: радиофизические и оптические системы. – М.: Физматлит, 2009. – 208 с.

Национальный исследовательский Томский государственный университет,
г. Томск, Россия
E-mail: pznr@elefot.tsu.ru

Поступила в редакцию 15.06.12.