

Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Рассматриваются современные подходы к повышению результативности инженерного образования. Рассмотрена возможность решения физических задач на основе модельных представлений. При разработке содержания проблемных задач, а также уровня их сложности, структурной единицей процесса подготовки будущих специалистов в логике задачного подхода выступает цикл специализированных задач, который включает в себя аналитический метод решения поставленной задачи на основе модельных представлений

Ключевые слова: профессиональные компетенции; инженерное образование; модельные представления

Одной из важных задач в сфере инженерного образования было и остается повышение его результативности. В ряду стоящих перед ним проблем центральное место занимает проблема формирования у будущих инженеров компетенций к применению накопленных фундаментальных знаний, освоению нового принципиально значимого предметного материала в области современных направлений научно-технического развития. Такими направлениями для будущего инженера является твердотельная микро- и нанoeлектроника. Освоение содержания данных направлений научно-технического развития актуально для будущего инженера в силу востребованности данных знаний как функциональной основы будущей профессиональной деятельности.

В этой связи встает задача создания новых, эффективных подходов в обучении, направленных на формирование профессиональных компетенций. В рамках курса физики, базовым материалом для такого подхода могут основы твердотельной электроники.

В настоящей статье раскрываются возможности освоения будущими инженерами ключевых понятий и представлений физики наноструктур в рамках реализации подхода, основанного на решении практических задач. Освоение обучающимися содержания предметного материала физики наноструктур предлагается осуществлять посредством выполнения проблемных по своему характеру расчетных задач на факультативных заданиях.

Возможность изучения обучающимися ключевых концептов физики наноструктур в логике задачного подхода обусловлена тем фактом, что в основе электронных процессов, объясняющих

свойства наноматериалов и работу структур твердотельной электроники, созданных на их основе, лежат фундаментальные модельные представления квантовой механики. При разработке содержания проблемных задач, а также уровня их сложности, структурной единицей процесса подготовки будущих инженеров в области физики наноструктур в логике задачного подхода выступает цикл специализированных задач, который включает в себя аналитический метод решения поставленной задачи на основе модельных представлений [1].

Предлагаемые циклы задач включают в себя учебно-исследовательские задания, направленные на освоение фундаментальных положений, лежащих в основе физики систем пониженной размерности. Логика построения этих заданий должна быть реализована таким образом, чтобы, с помощью их решения обучающиеся приобретали базовые знания в части значимых научно-технических достижений, полученных в твердотельной электронике.

Примером такого цикла учебных задач, направленного на изучение эффектов размерного квантования, возникающих в современных полевых транзисторах, может быть задача по определению концентрации двумерного электронного газа в инверсионном канале полевого МДП транзистора.

Для решения данной задачи, и определения концентрации двумерного электронного газа в подзоне размерного квантования необходимо знать функцию распределения электронов $f(E)$ по квантовым состояниям, а также эффективную плотность состояний $g(E)$.

Знание плотности электронных состояний для низкоразмерных полупроводников является принципиально важным в части понимания поведения электронной системы в таких структурах.

В результате решения задачи, обучающиеся должны получить выражение для концентрации носителей заряда в двумерных системах пониженной размерности.

Проведя анализ уравнения, обучающиеся определяют два возможных решения для случая если экспонента меньше единицы (случай двумерного невырожденного газа), и для случая если экспонента больше единицы (вырожденного двумерного электронного газа).

Дополнительно обучающиеся оценивают диапазон, в котором варьируется концентрация носителей заряда в первой подзоне размерного квантования для электронов в квантовой яме, делают вывод о концентрации двумерного электронного газа в квантовых нитях.

Таким образом, на факультативных занятиях в рамках предлагаемого подхода обучающиеся строят физические и математические модели различных явлений, а также проводят анализ выражений, полученные для описания этих явлений. Фундаментальные знания о системах с пониженной размерностью, полученные при решении рассмотренных задач, в дальнейшем могут применяться на практике, в рамках исследовательской работы.

Список литературы:

1. Антифеева Е.Л. Формирование исследовательских компетенций у обучающихся в курсе физики. Манипулятивная и диалогическая стратегии. Казанский педагогический журнал. 2021, – № 5 (148). С. 119–124.

V. A. Doronin, Yu. K. Shafarenko

Formation of professional competencies in the study of physics

Mozhaisky Military Aerospace Academy, St. Petersburg, Russia

Abstract. Modern approaches to improving the effectiveness of engineering education are considered. The possibility of solving physical problems based on model representations is considered. When developing the content of problematic tasks, as well as their level of complexity, the structural unit of the process of training future specialists in the logic of the task approach is a cycle of specialized tasks, which includes an analytical method for solving the task based on model representations.

Keywords: professional competencies; engineering education; model representations