

DOI 10.31483/r-111216

*Морев Александр Валентинович***ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОСНОВ ПРОМЫШЛЕННОГО
ИНЖИНИРИНГА В ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ**

Аннотация: в процессе формирования элементов промышленного инжиниринга у студентов инженерно-технического вуза существенную роль играют практические занятия по физике. При проведении семинаров по физике важно учитывать тот факт, что рациональный подбор рассматриваемых задач определяет уровень усвоения учебного материала и влияет на потенциальные возможности будущих инженеров. Решение типовых, фронтальных, познавательных и многоуровневых задач способствует углубленному пониманию материала, развитию у студентов практических навыков и компетенций. Решение физических задач с прикладным техническим содержанием мотивирует студентов к инновациям, развивает творческий потенциал и стимулирует интерес к научно-практическим исследованиям. Комбинирование различных методов обучения позволяет не только развить навыки решения задач, но и способствует более полному освоению программы обучения.

Ключевые слова: качество образования, методика преподавания физики, методическое обеспечение, практические занятия.

Abstract: in the process of forming the elements of industrial engineering, practical classes in physics at a technical university play a significant role. A rational selection of the tasks under consideration determines the level of mastery of educational material and influences the potential capabilities of future engineers. Solving standard, frontal, cognitive and multi-level problems contributes to an in-depth understanding of the material and the development of practical skills and competencies among students. The process of solving physical problems with applied technical content motivates students to innovate, develops creativity and practical interest in scientific and seminar research. Combining different teaching methods develops problem-solving skills and contributes to a more complete mastery of the training program.

Keywords: *quality of education, methods of teaching physics, methodological support, practical classes.*

Инновационное развитие системы профессиональной подготовки инженерных кадров является важным аспектом сближения результатов процесса обучения молодых специалистов с требованиями современных высокотехнологических производств. При этом целостность профессионального становления будущего инженера предполагает наличие у него четких знаний о применимости фундаментальных принципов и законов в промышленном инжиниринге.

Фокус промышленного инжиниринга направлен на разработку и внедрение передовых технических решений [3, с. 501].

В процессе подготовки будущих инженеров преподаватель должен учитывать цели образовательного процесса, выбирать и применять современные методики преподавания [4, с. 126].

Применение в педагогической практике эффективных методов и форм обучения позволяет логично соединить комплексные знания и навыки будущих специалистов с различными видами инженерной деятельности, такими как, испытания, моделирование технологических процессов, метрология, диагностирование и т. д.

Рассмотрим особенности формирования элементов промышленного инжиниринга в инженерно-техническом вузе на примере проведения практических занятий по физике.

Отметим, что практические занятия дополняют лекционный курс, помогают углубить теоретические знания, способствуют развитию навыков математических вычислений и работы со справочной литературой. В процессе решения задач студенты учатся анализировать существующие особенности и границы применимости физических законов и закономерностей.

Практика проведения семинаров по физике показала, что эффективность обучения во многом зависит от оптимизации содержания и учебно-методического обеспечения учебного процесса.

Особое место в усвоении теоретических основ физики является решение типовых, фронтальных, познавательных, прикладных и многоуровневых задач.

Решение типовых и фронтальных задач рассчитано на использование студентами готовых знаний и алгоритмов решения, полученных непосредственно от преподавателя, а также из учебной литературы. Одной из главных причин, почему решение такого типа задач по физике занимают важное место в процессе обучения студентов является то, что они требуют активного применения теоретических знаний.

Решение типовых задач по физике помогает обучающимся разработать стратегию преодоления проблем и стать более рациональными в своих решениях. В процессе решения задач с типовым содержанием, обучающиеся должны научиться не только анализировать условие задачи, но выбирать подходящие алгоритмы решения, определять совокупность необходимых для решения формул и соотношений. Благодаря решению типовых задач студенты развивают терпение и настойчивость, приобретают практические навыки математических вычислений, опыт применения строгой логики в своих аналитических действиях.

Решение фронтальных задач важно не только для изучения и осмысления студентами основных физических законов непосредственно на семинарах, но и для методически правильно структурирования самостоятельной работы каждого обучающегося. Данные задачи характеризуются единым условием для всех обучающихся. Вариативность условия фронтальной задачи определяется массивом численных значений физических величин, используемых для ее решения, с учетом единиц измерения, точности и диапазона измерений.

Отметим, что для удобства создания и анализа массива численных значений физических величин можно использовать программные средства, такие как языки программирования или специализированные приложения для математических расчетов. Фронтальные задачи могут быть удобным дидактическим материалом при проведении контрольных работ.

Примером фронтальной задачи может быть задание по разделу «Основы МКТ газов». В задаче предлагается найти температуру и плотность кислорода,

закаченного под поршень в цилиндр с теплонепроницаемыми стенками промышленной установки после изобарного расширения до некоторого объема, если известна масса, начальное давление и температура. Численное значение массы газа в граммах, объема расширения газа в литрах, начальной температуры в градусах Цельсия и давления в паскалях рекомендуется взять равным номеру варианта.

Процесс решения фронтальных задач достаточно хорошо вписывается в организацию компьютерной технологии обучения [6, с. 144].

Опыт проведения практических занятий по физике показал, что для расширения у обучающихся представления о применимости фундаментальных законов физики в промышленном инжиниринге, развития логических структур мышления, формирования культуры комплексного применения полученных знаний, умений и навыков необходимо решать познавательные, прикладные и многоуровневые физические задачи.

Познавательные задачи представляют собой сложные задания, направленные на развитие познавательной активности и творческих способностей студентов. При решении познавательных задач, имеющих прямое отношение к окружающей действительности, студентам предстоит применять не только физические законы и соотношения, но и свою интуицию и аналитическое мышление.

Примером познавательной задачи может быть изучение акустических колебаний в упругой среде. В задаче предлагается рассмотреть конкретную ситуацию измерения глубины моря с помощью эхолота, если известны значения промежутка времени между возникновением звука и его приемом, сжимаемости и плотности морской воды. При решении данной задачи действие студентов заключается не только в нахождении ответа, используя соответствующую формулу определения скорости распространения акустических колебаний в упругой среде, но и оценке зависимости изменения минерализации морской воды на полученный результат.

Особое место в формировании компонент инженерной деятельности на семинарах по физике отводится решению физических задач с прикладным техническим содержанием. Процесс решения данного типа задач помогает преподавателю показать связь курса физики с содержанием дисциплин профессионального цикла инженерно-технического направления подготовки.

При решении прикладных задач обучающиеся должны учитывать особенности работы различных технических устройств и механизмов. Студентам необходимо применять фундаментальные физические законы и принципы для анализа работы конкретных технических систем, таких как насосы, компрессоры, краны, нагреватели и другие. При этом студентам рекомендуется дополнительное изучение специальной технической литературы, где более подробно представлены характеристики устройств, принцип работы, метрологические параметры и другие аспекты. Решение данных задач позволяет студентам сформировать умения моделирования работы используемых на практике механизмов.

Анализ использования для решения на семинарах задач с прикладным техническим содержанием показал, что решение подобных задач мотивирует к инновациям, развивает творческие способности и стимулирует интерес к научно-практическим исследованиям.

Примером физических задачи с прикладным техническим содержанием может быть изучение законов постоянного тока. В задаче предлагается определить коэффициент полезного действия электродвигателя башенного крана, поднимающего груз определённой массы на заданную высоту, если известно напряжение в сети при работе двигателя и сила тока на его обмотке.

Включение многоуровневых задач в учебный процесс дает возможность преподавателю оценить уровень понимания обучающимися учебного материала и системный характер знаний.

С методической точки зрения процесс решения многоуровневых задач со студентами на практических занятиях имеет свои особенности, отличающиеся от традиционной формы, и требует от преподавателя творческого подхода и разумной импровизации.

Многоуровневые задачи представляют собой системный и последовательный набор подзадач, объединенных одним конкретным разделом физики. При решении данных задач студенты должны обладать знаниями физических величин, законов, формул и зависимостей изучаемого раздела, определенными навыками проведения экспериментальных исследований и опытом формулирования выводов. Число подзадач, включенных в многоуровневую задачу, должно определяться с учетом числа часов, отводимых на изучение соответствующего раздела курса физики на практических занятиях.

Приведем пример перечня основных понятий и законов, используемых для решения многоуровневых задач раздела «Динамика вращательного движения твердых тел»: момент силы относительно неподвижной точки; момент импульса материальной точки относительно неподвижной точки; закон изменения момента импульса; момент инерции твердого тела относительно оси вращения; теорема Штейнера; закон сохранения момента импульса, кинетическая энергия тела; вращающегося вокруг оси, а также раздела «Законы постоянного тока»: закономерности разветвленных электрических цепи, правила Кирхгофа; закон Ома для участка и полной цепи; закон Джоуля – Ленца; мощность; КПД источника тока.

Важно отметить, что решение каждой подзадачи в рамках изучаемого раздела курса физики может рассматриваться как решение отдельной самостоятельной задачи. В зависимости от уровня подготовки студентов преподаватель может варьировать материал по числу искомых величин и количеству исследуемых объектов и процессов, а также по числу необходимых действий для решения подзадачи. При этом полученный результат должен быть логически связан с последующими заданиями и может использоваться в качестве условия к этим заданиям.

Изучение курса физики играет существенную роль в процессе формирования профессиональной компетенции будущих инженеров. Данная компетенция

позволяет развивать у студентов умение воспринимать и анализировать информацию, строить различные модели, составлять логические схемы, делать выводы.

Эффективность содержания обучения физики в инженерно-техническом вузе зависит от используемых в образовательном процессе методик и технологий преподавания [7, с. 98].

Рассмотрим особенности методологии проведения практических занятий по физике в рамках репродуктивного и проблемного обучения, использования комбинации данных методов, а также применения инновационной педагогической технологии «перевернутый класс».

Репродуктивное обучение в физике представляет собой традиционный подход, основанный на информационной и иллюстрационной деятельности преподавателя, а также учебной активности студентов по воспроизведению полученных знаний и развития у обучающихся навыков решения типовых и фронтальных физических задач. Важно отметить, что для представления обучающимся новых теоретических знаний и ознакомления с актуальными методами рассуждения и действий в практической сфере преподавателю необходимо применять словесные и наглядные методы обучения [9, с. 106].

Методика проведения семинара в рамках репродуктивного метода обучения состоит из нескольких этапов.

В начале семинара проводится вводная часть, в которой кратко обобщается тема предстоящего занятия, а также повторяются основные понятия и формулы.

Опыт проведения семинаров по физике показывает, что не требуется знание студентами всех констант, а только наиболее значимых, такие как ускорение свободного падения, молярная газовая постоянная, элементарный заряд и другие. Чтобы у обучающихся не было проблем с вопросом о численном значении основных физических постоянных, им необходимо использовать справочную литературу.

Во время опроса можно вызвать одного из студентов к доске, в то время как остальные могут отвечать с мест. Если обучающиеся сомневаются и не могут

дать четких ответов, то преподавателю необходимо помочь им разобраться в затруднении, сделать дополнительные пояснения. Такая методика поведения вводной части семинара позволяет повторить материал лекций и проверить уровень подготовки обучающихся к занятиям.

После краткого обобщения темы семинара на доске совместно с одним из студентов решается типовая задача. После решения необходимо провести анализ полученного результата. Ответы студентов на вопросы преподавателя, задаваемые в процессе решения, позволяют оценить, понятно ли студентам условие задачи и предложенный метод ее решения.

Решение последующих типовых и фронтальных задач предлагается выполнять студентам самостоятельно. Важно отметить, что успешность решения задач определяет дальнейший ход проведения семинара.

Обобщая опыт проведения практических занятий в рамках репродуктивного обучения по физике, можно констатировать, что, если в процессе решения задачи выяснится, что она вызывает затруднения у одного из студентов, то преподавателю необходимо дать ему индивидуальную консультацию прямо на занятии. Если несколько студентов не могут решить задачу, то ее решение разбирается на доске с одним из студентов. Если все студенты успешно решили задачу, то это дает уверенность преподавателю в том, что студенты освоили метод ее решения и готовы к решению более сложных задач.

Отметим, что полученное умение решать типовые и фронтальные задачи по физике дает гарантию в хорошем усвоении готовых знаний. Студенты, получившие опыт решения таких задач, отмечают лучшее восприятие новой информации и значительный прогресс в усвоении готовых алгоритмов решения.

Практика проведения семинарских задач по физике показала, что основным недостатком репродуктивного подхода является обучение студентов с применением готовых алгоритмов решения заданий, которые не могут обеспечить качественный переход к их творческому применению и развитию самостоятельного суждения.

Формирование элементов инженерной деятельности на семинарах по физике должно опираться на развитие у студентов критического мышления и творческого потенциала.

Одним из эффективных методов, который отвечает данным требованиям, является проблемное обучение. Метод проблемного обучения полностью исключает использование готовых шаблонов решения задач, развивает творчество и аналитические навыки.

Проблемное обучение нацелено на активизацию самостоятельной работы обучающихся, которая достигается необходимостью поиска информации, моделировании экспериментов, анализа достоверности решения и формулировки обоснованных выводов. Использование метода проблемного обучения актуально применять на практических занятиях по физике при решении познавательных, прикладных и многоуровневых задач.

Проблемный метод обучения предполагает работу студентов в небольших подгруппах, что является существенным фактором в развитии у студентов навыков сотрудничества, самоорганизации и инициативности.

Для активной работы в подгруппах преподаватель в начале занятия должен разобрать со студентами цель использования проблемного метода при решении задачи, роль каждого студента в своей подгруппе, ожидаемые результаты, которые смогут достичь участники подгрупп при решении задач.

Процесс решения задачи предполагает выполнение от студентов следующего порядка действий:

- проанализировать задачу, понять физический смысл, определив, какие формулы могут быть применены при ее решении;

- записать условие задачи в сокращенном виде, приводя значения заданных величин в стандартную систему измерений (СИ), и нарисовать, если необходимо, чертеж;

- используя известные законы и формулы, получить необходимые соотношения и выразить неизвестные величины;

- получить ответ в общем виде, найти численный результат и проанализировать полученное решение;

- сделать вывод о необходимости усовершенствования методики решения.

Очевидно, что студентам, использующих такой подход к решению задач, позволяет получить прочные знания, непосредственно развить свой творческий потенциал и способность находить оптимальные пути решения проблем.

Практика проведения семинаров по физике при использовании проблемного метода обучения и работе в подгруппах выявила ряд недостатков:

- процесс группового обсуждения занимает много времени;

- студенты младших курсов не всегда обладают опытом активного участия в дискуссиях, навыками коммуникации и четкостью в выражении своих идей;

- некоторые студенты не проявляют инициативу, полагаясь на активность других участников группы;

- разный уровень подготовки приводит к тому, что предложенное задание может оказаться для некоторых студентов либо слишком простым или, наоборот, сложным.

Следовательно, преподавателю при проведении практических занятий в рамках проблемного метода обучения необходимо акцентировать внимание на постоянный мониторинг процесса решения задач, мотивацию всех участников подгрупп к активной деятельности, а также применять дифференцированный подход, учитывающий уровень подготовки студентов.

Выбор того или иного метода обучения должен опираться на образовательные цели и характер изучаемого материала. Важно отметить, что использование только одного метода может существенно ограничить эффективность процесса обучения. Так, репродуктивное обучение, дающее базовые понимания основных принципов и законов, не всегда помогает обучающимся использовать полученные знания на практике. При этом применение на практических занятиях по физике проблемного обучения, наоборот, развивают у студентов навыков решения физических задач, но вызывает сложности у обучающихся, которые не имеют соответствующей базы знаний.

Недостатки репродуктивного и проблемного методов обучения можно минимизировать при оптимизации и правильной организации образовательного процесса.

Практика проведения семинаров по физике показала, что применение комбинации данных методов обучения позволяет не только развить навыки решения физических задач, но и способствуют более полному освоению учебной программы. Так, семинар по физике рекомендуется начинать с репродуктивного метода обучения. Это позволит ввести студентов в тему семинара, предоставить основные термины, законы и соотношения, рассмотреть алгоритмы решения задач по общему шаблону. На второй половине занятия можно переходить к проблемному методу обучения, разбить студентов на малые подгруппы, обозначить цели в каждой подгруппе, перейти к практическому применению знаний, полученных в начале занятия.

Отметим, что при изучении некоторых тем, содержащих большое количество формул и алгоритмов и требующих от студентов формального подхода без особого анализа или применения творческих навыков, репродуктивный метод может оказаться единственным или наиболее подходящим способом обучения.

Важно отметить, что независимо от метода обучения перед практическим занятием студентам необходимо рекомендовать выполнить самостоятельную подготовку по теме предстоящего семинара. Подготовка к практическим занятиям необходима для эффективного участия студентов в предстоящем занятии, успешного усвоения теоретических основ, развития навыков анализа полученной информации.

При подготовке к практическим занятиям студентам можно рекомендовать не ограничиваться только изучением конспектов лекций, но и использовать полный комплект рекомендуемой учебной литературы [2, с. 40].

В процессе самостоятельной работы студенты должны обращать внимание на ключевые определения, формулы и законы изучаемой темы, а также на примеры, рассмотренные на лекциях и в учебных пособиях. Обучающиеся могут выписать изучаемые формулы и единицы измерений физических величин, а также

составить список вопросов, по которым у них возникают трудности, чтобы уточнить неясные моменты, задать вопросы непосредственно на занятии.

Использование в обучении различных компьютерных программ и приложений является необходимым условием для достижения целей образовательных программ, стимулируют у студентов творческое мышление, так как дают возможность создавать, презентовать и реализовать свои идеи в реальных проектах [5, с. 64].

Особое место при самостоятельной подготовке к семинарам по физике необходимо уделить технологии «перевернутого класса» [8, с. 74].

Технология «перевернутого класса» является комплексным методом смешанной формы обучения студентов, которая сочетает очные модули традиционного обучения и дистанционные формы учебного процесса [8, с. 74].

Данная технология основана на использовании электронных ресурсов, таких как интерактивные учебные материалы и лекции. Применение технологии «перевернутого класса» позволяет увеличить доступность образования, создать более гибкую и интерактивную образовательную среду. Данный метод позволяет более творчески подойти к процессу обучения, делая процесс обучения более интересным и привлекательным для студентов.

Инновационный педагогический метод «перевернутый класс» предлагает альтернативный подход к организации образовательного процесса. Основная идея данного метода заключается в том, чтобы порядок изучения нового материала осуществлялся в обратном порядке. Традиционный вузовский образовательный процесс включает несколько типов занятий. Студенты посещают лекционные занятия, семинары и лабораторные практикумы, а также проходят проверку знаний во время текущего и итогового контроля. Обычно после рассмотрения на лекциях теоретического материала курса студенты закрепляют полученные знания и приобретают практические навыки, включая решение задач и проведения экспериментов на семинарских и лабораторных занятиях.

Методология технологии «перевернутого класса» заключается в том, что студенты самостоятельно в удобном для себя темпе и месте изучают материалы

предстоящих лекций и семинаров. Предварительное изучение теоретических основ лекционных и семинарских занятий позволяет обучающимся более эффективно использовать время очных занятий и активно участвовать в процессе обучения.

Применение метода «перевернутого класса» при самостоятельной подготовке к семинарам по физике помогает обучающимся не только совершенствовать навыки самостоятельной работы, но и в большей степени обеспечить контроль за своим собственным процессом обучения. Использование метода «перевернутого класса» дает возможность персонализации процесса обучения, так как позволяет студентам при подготовке к занятиям выбирать материалы, которые советуют их уровню подготовки.

Очевидно, что внедрение технологии «перевернутого класса» в учебный процесс требуют формирования у преподавателя профессиональных компетенций в области современных методов обучения с использованием компьютерных технологий.

Особое место в процессе решения задач является самоконтроль и самооценка со стороны обучаемых эффективности использования времени и усилий в процессе работы на практических занятиях, а также степени усвоения лекционного материала и установления связи между различными элементами учебного материала одного и того же раздела.

Современный процесс внедрения контрольно-оценочной деятельности в вузе характеризуется развитием у студентов способности к самоконтролю своей образовательной деятельности и самостоятельному выявлению допущенных ошибок, нахождению и применению способов их исправления [1, с. 105].

Основная идея самоконтроля заключается в активном участии студентов в учебном процессе и успешном достижении поставленных целей обучения. Самоконтроль включает не только контроль за временем подготовки к практическим занятиям и учебной активностью участия в решении физических задач, но и анализ достоверности полученных в ходе решения задач результатов.

Анализ достоверности полученных результатов решения рекомендуется выполнять студентами с учетом следующих критериев:

- в соответствии с формулой расчета неизвестной величины, полученной в общем виде, определить размерность искомой физической величиной;
- оценить реалистичность полученного ответа;
- сравнить полученный ответ с результатом решения задачи альтернативным способом.

Самооценка носит рефлексивный характер и позволяет студентам осмыслить уровень их достижений при решении задач, отметить проблемные места, понять, какие аспекты подготовки требуют дальнейшего улучшения. При самооценке процесса решения задачи студенты должны определить эффективность выбранного метода решения.

Очевидно, что выполнение действий по постоянному самоконтролю и самооценке позволяет студентам контролировать свой процесс обучения, правильно оценивать ее результаты и способствует качественному усвоению материалов учебной программы.

Таким образом, процесс решения физических задач имеет важное значение в процессе формирования у обучающихся особого стиля мышления и творческого подхода к решению проблем промышленного инжиниринга.

При проведении практических занятий важно учитывать тот факт, что рациональный подбор рассматриваемых задач определяет уровень усвоения программы обучения, а также влияет на потенциальные возможности будущих инженеров в применении полученных знаний и навыков в их профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Белобородова М.Е. Обучение студентов рефлексии как инструменту контроля и оценки собственной учебной деятельности / М.Е. Белобородова // Образование личности. – 2019. – №2. – С. 105–112. EDN JWMLRL

2. Быстрова Н.В. Самостоятельная работа как средство развития интереса к обучению у студентов вуза / Н.В. Быстрова, С.Н. Казначеева, О.В. Юдакова //

Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – №66–3. – С. 40–43. EDN MGDMP5

3. Медяник Ю.В. Совершенствование системы инжиниринга инвестиционно-строительной деятельности / Ю.В. Медяник // Вопросы инновационной экономики. – 2019. – Т. 9. №2. – С. 501–514. DOI 10.18334/vines.9.2.40704. EDN SANKWW

4. Морев А.В. Интеграция и ее отражение в практике естественно-научного образования / А.В. Морев // Развитие науки и образования: монография/ гл. ред. Л.А. Абрамова. – Вып. 4. – Чебоксары: Среда, 2019. – С. 124–132. EDN VYPCYG

5. Одинокая М.А. Организационно-педагогические условия формирования информационной компетентности преподавателя вуза / М.А. Одинокая // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. – 2019. – №1. – С. 60–71. DOI 10.25146/1995-0861-2019-47-1-104. EDN TDHWJH

6. Ольховая Т. А. Новые практики инженерного образования в условиях дистанционного обучения / Т.А. Ольховая, Е.В. Пояркова // Высшее образование в России. – 2020. – Т. 29. №8–9. – С. 142–154. DOI 10.31992/0869-3617-2020-29-8-9-142-154. EDN ZEEGFR

7. Похолков Ю.П. Инженерное образование России: проблемы и решения. Концепция развития инженерного образования в современных условиях / Ю.П. Похолков // Инженерное образование. – 2021. – №30. – С. 96–107. DOI 10.54835/18102883_2021_30_9. EDN VIRXFQ

8. Тихонова Н.В. Технология «перевернутый класс» в вузе: потенциал и проблемы внедрения / Н.В. Тихонова // Казанский педагогический журнал. – 2018. – №2. – С. 74–79. – EDN YVJRNQ

9. Шевченко О.И. Методы и формы обучения студентов / О.И. Шевченко, М.А. Волков, А.С. Приставка // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – №5–1. – С. 106–112. EDN USIWTP

Морев Александр Валентинович – д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры физики и приборостроения, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия.
