

Мир науки. Педагогика и психология / World of Science. Pedagogy and psychology <https://mir-nauki.com>

2020, №2, Том 8 / 2020, No 2, Vol 8 <https://mir-nauki.com/issue-2-2020.html>

URL статьи: <https://mir-nauki.com/PDF/91PDMN220.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Шамайло О.Н., Скрипко Л.П., Скрипко А.А. Композиция результатов обучения математическим и естественнонаучным дисциплинам в техническом вузе на примере анализа и решения задач-проектов // Мир науки. Педагогика и психология, 2020 №2, <https://mir-nauki.com/PDF/91PDMN220.pdf> (доступ свободный).
Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Shamaylo O.N., Skripko L.P., Skripko A.A. (2020). The composition of the results of teaching mathematical and natural science subjects in a technical University on the example of analysis and solution of project tasks. *World of Science. Pedagogy and psychology*, [online] 2(8). Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/91PDMN220.pdf> (in Russian)

УДК 378.02:37.016

ГРНТИ 14.35.09

Шамайло Ольга Николаевна

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», Астрахань, Россия
Доцент
Кандидат педагогических наук
E-mail: olgashamailo@yandex.ru

Скрипко Людмила Петровна

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», Астрахань, Россия
Доцент
Кандидат педагогических наук, доцент
E-mail: skripkoanastasia@mail.ru

Скрипко Анастасия Андреевна

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», Астрахань, Россия
Студент 2-го курса, направление подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
E-mail: skripkoanastasia@mail.ru

**Композиция результатов обучения математическим
и естественнонаучным дисциплинам в техническом вузе
на примере анализа и решения задач-проектов**

Аннотация. В статье рассматривается композиция результатов обучения математическим и естественнонаучным дисциплинам в техническом вузе на примере анализа и решения задач-проектов. В конструировании образовательных программ технических и технологических направлений обучения бакалавриата, разработанных на основе ФГОС++, чётко прослеживается декомпозиция по различным основаниям: по срокам освоения, по уровням обучения, по дисциплинам (модулям), которые в свою очередь делятся на разделы, темы, учебные задачи. Требования к планируемым результатам освоения математики и дисциплин естественнонаучного цикла сформулированы в общепрофессиональной компетенции: «Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности», относящейся к категории «научное мышление». Формирование данной компетенции базируется на композиции результатов обучения по отдельным дисциплинам с элементами обучения исследовательской деятельности. Сформулированная проблема актуальна в дидактике высшей школы. Качество её решения

зависит от использования в процессе обучения специального инструментария, позволяющего организовать планомерную деятельность студентов. На фоне всё большего сокращения аудиторных часов и значительного увеличения доли самостоятельной учебной работы студентов, авторы предлагают оптимизировать именно этот вид учебной деятельности. На завершающем этапе обучения математики и дисциплин естественнонаучного блока предложено в рамках самостоятельной работы выполнение системы заданий, сформулированных в формате небольших проектов, анализ и решение которых опирается на умение использовать положения, законы и методы каждой дисциплины и их композицию для описания математической модели, её исследования, формулировки выводов. В статье рассматривается методика обучения студентов планомерному решению задач-проектов, критерии оценивания, формы представления решений и организации деятельности студентов по совместному обсуждению результатов. Экспериментально подтверждена эффективность представленной методики.

Ключевые слова: обучение математике; обучение физике, технический вуз; учебная деятельность; композиция; результаты обучения; самостоятельная работа студентов; формирование компетенций

В современном мире высокие технологии и активные знания специалистов, внедряющих новые и модернизирующих существующие технологии, определяют эффективность экономики и качество жизни людей. Запросы современности отражаются в системе образования, в системе высшего технического образования. На государственном уровне это отражается в постоянном обновлении и актуализации Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС++ВО). На уровне реализации учебного процесса непрерывно решаются вопросы его совершенствования, направленные на воспитание и формирование востребованных обществом профессионалов. В данной статье авторы изучают возможность новых подходов к построению научно-методического обеспечения дисциплин естественнонаучного блока технического вуза.

В способах построения образовательных программ технических и технологических направлений обучения бакалавриата, разработанных на основе ФГОС++ВО чётко прослеживается «декомпозиция – процесс разделения общей цели проектируемой системы – в нашем случае такой системой являются образовательная программа – на отдельные подцели – задачи» по различным основаниям: по срокам освоения, по уровням обучения, по дисциплинам (модулям), которые в свою очередь делятся на разделы, темы, учебные задачи [1].

Декомпозиция характерна для организации обучения математическим и естественнонаучным дисциплинам. Задача блока этих предметов состоит в формировании фундаментальных знаний о явлениях и процессах материального мира, обогащения учебного процесса методами творческого мышления, выработанными фундаментальными науками. Качество обучения каждой из дисциплин (математике, физике, химии, биологии и др.) тесно связано с особенностями методики преподавания предмета, отражающей элементы процесса познания и развития науки. «С точки зрения классической дидактики фундаментальность образования характеризуется такими принципами, как научность, систематичность и последовательность. В соответствии с ними содержание образования должно быть строго научным, объективно отражающим современное состояние соответствующей отрасли научного знания и учитывающим тенденции и перспективы его развития. Знания, умения и навыки должны формироваться в определенном порядке: каждый элемент учебного материала должен быть логически связан с другими, последующее опирается на предыдущее и готовит к усвоению нового» [2].

В то же время многогранная организация современных технологий требует от специалистов сформированности инженерного мировоззрения, опирающегося на связь различных дисциплинарных знаний, деятельности, традиций и новаций. В настоящий момент вузы перестраивают образовательный процесс в соответствии с последней утверждённой актуализацией Федеральных государственных образовательных стандартов, и разработанных в соответствии с ними основными образовательными программами (ООП) вузов по направлениям подготовки.¹

Требования к планируемым результатам освоения математики и дисциплин естественнонаучного цикла по большинству технических и технологических направлений подготовки бакалавров сформулированы в общепрофессиональной компетенции ОПК-1: «Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности». Эта компетенция относится к категории «научное мышление».

Разработчики стандартов ФГОС++ВО впервые рекомендовали сформулировать индикаторы достижения компетенций (ИД) с учетом профессиональных стандартов и будущей деятельности выпускников. Например, структура ОПК-1 для направления подготовки «11.03.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи» представлена в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

Структура компетенции ОПК-1

ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности		
↕	↕	↕
ИД-1: Знает фундаментальные законы природы и основные физические, математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации	ИД-2: Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	ИД-3: Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач

Составлено авторами

Таким образом, обучение математике и всем дисциплинам естественнонаучного цикла должно привести к формированию у студента общепрофессиональной компетенции ОПК-1, к композиции (агрегированию) результатов обучения по отдельным дисциплинам с элементами обучения исследовательской деятельности. Качество такого согласования зависит от использования в процессе обучения специального инструментария, позволяющего организовать планомерную деятельность студентов. Задача разработки, внедрения в учебный процесс средств и методов обучения, опирающиеся на законы психологии о структуре учебной деятельности, актуальны в постоянно изменяющемся образовательном пространстве [3–5].

Анализ содержательной составляющей учебных пособий по математике для студентов технических направлений в современных условиях провели Т.Е. Болдовская и Т.А. Полякова. По их мнению, изложение теоретического и практического материала необходимо «сопровождать достаточно подробным рассмотрением примеров и задач, иллюстрирующих применение изучаемого аппарата математики в будущей профессиональной деятельности студентов различных технических направлений» [6]. Об ориентировании преподавания

¹ Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://fgosvo.ru/>.

математики на междисциплинарные связи в современных условиях перехода на ФГОС++ВО подчёркивается в исследованиях С.А. Татьянко, Е.С. Чижиковой [7].

Проблема разобщённости учебных курсов естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин, возникшая в период дифференциации научного знания, в настоящее время по-прежнему остается важнейшей методологической и педагогической задачей технического образования. Возможность реализации интегрирующих моментов в процессе обучения физике и другим дисциплинам (химии, биологии, математике, философии и т. п.) Г.В. Ерофеева, Е.А. Склярова, Ю.Ю. Крючков находят в выявлении общности подходов и методов к обучению, используемых различными науками [8].

Актуальность обоснования и разработки методик формирования развивающихся знаний студентов технического вуза по физике, позволяющие человеку развивать способности к овладению способами получения новых знаний, вырабатывать умения выстраивать последовательность своих действий и оценивать степень освоенности знаний подчеркивается в исследовании А.Г. Ряховой [9].

Вопросы «композиции разрозненных компонентов образовательного процесса в нечто единое целое составляет большую проблему для педагогики!» [1]. В системном анализе «агрегирование, как процесс, обратный декомпозиции, предполагает объединения нескольких элементов в единое целое». Способы композиции (агрегирования) элементов могут быть различными и зависят от цели процесса. «Агрегирование частей в единое целое приводит к появлению новых качеств, не сводящихся к качествам частей в отдельности. Это свойство и является проявлением внутренней целостности систем, или, другими словами, системообразующим фактором»².

Компетентность проявляется в деятельности человека. Формирование компетенции происходит в процессе учебной деятельности через освоение знаний, развитие умений, навыков и личностных качеств, необходимых для выполнения определённого вида деятельности. Следовательно, композиция результатов обучения по отдельным дисциплинам должна проявиться в учебной деятельности выполнения полидисциплинарных заданий. Полидисциплинарность – это смесь дисциплин, в которой каждая дисциплина сохраняет собственную методологию и собственные теоретические допущения, не видоизменяя и не дополняя их, подвергаясь воздействию со стороны других дисциплин [10].

В 2011 г. были приняты стандарты CDIO (Conceive – Design – Implement – Operate) инженерного образования. В соответствии с указанными выше целями и методологическими установками ими утверждаются принципы интегрированного обучения (стандарты 3, 5, 7) и активного обучения (стандарт 8). В качестве методического средства интеграции предлагается включение в учебный план интегрированных учебно-практических заданий, имеющих междисциплинарное содержание. Применительно к математике и естественнонаучным дисциплинам учебно-практические задания должны иметь форму технического проекта с математическими методами исследования [11].

Метод проектов – это совокупность приемов, которые позволяют решить ту или иную проблему в результате самостоятельных действий с обязательной презентацией результатов [12]. Применение этого метода не должно быть стихийным, оно должно быть тщательно организовано и обеспечено дидактическими материалами. На недостаточность методического обеспечения использования метода проектов в технических вузах обращает внимание И.В. Есаулова [13].

² Системный анализ и моделирование процессов в техносфере. <https://mylektsii.ru/>.

Учитывая, что модернизация высшего образования приводит к всё большему сокращению аудиторных часов на изучение учебных дисциплин и значительному увеличению доли самостоятельной учебной работы студентов, необходимо оптимизировать именно этот вид учебной деятельности. Здесь мы видим резерв для организации учебной деятельности, направленной на проявление композиции (агрегирования) результатов обучения по отдельным дисциплинам с элементами обучения исследовательской деятельности, на развитие понимания у студента того, что к личностному успеху приводит опыт самостоятельного решения задач.

На завершающем этапе обучения дисциплин естественнонаучного блока предлагаем в рамках самостоятельной работы выполнение системы заданий, сформулированных в формате небольших проектов, анализ и решение которых опирается на умение использовать положения, законы и методы каждой дисциплины и их композицию для описания математической модели, её исследования, формулировки выводов.

Такая учебная работа должна быть специально организована. Обучение планомерному решению задач-проектов предполагает наличие «специального инструментария, характер которого установлен на основе анализа структуры задач и структуры деятельности» [14]. Школа отечественной психологии установила, что этот инструментарий – методологические знания, носящие надпредметный характер и позволяющий применять их в разных предметных областях для анализа и построения метода решения. Л.С. Выготский подчёркивал, что «структурный анализ имеет дело с реальными объективно существующими элементами и видит свою задачу не только в выделении этих элементов, но и в выявлении связей и отношений, существующих между элементами» [15]. Следуя рекомендациям психологов, обучение планомерному решению творческих заданий начинается с составления структуры решения задачи [14]:

1. Цель (и мотив) – то, что должно быть достигнуто.
2. Условие (предмет) – то, что подлежит преобразованию, исследованию.
3. Средства решения (анализ имеющихся знаний и опыта относительно поставленных вопросов) – то, с помощью чего осуществляется преобразование или исследование предмета деятельности.
4. Операции – процедуры воздействия орудиями на предмет.
5. Продукт.

На первом этапе обучения вместе со студентами проводим анализ и составляем структуру решения конкретного примера.

Задача 1 (учебная). На рисунке 1 изображен график скорости автомобиля $v(t)$ при его прямолинейном движении, где $t \in [0; 12]$ – время с момента старта.

График состоит из трех полуокружностей и имеет горизонтальные касательные в точках $t = 3$, $t = 7,5$ и $t = 10,5$. Найти расстояние, на которое удалился автомобиль от точки старта за время движения.

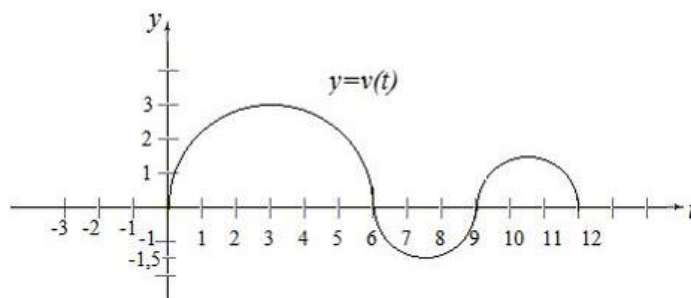


Рисунок 1. График скорости автомобиля

Структуру решения задачи:

1. Цель: Найти расстояние, на которое удалился автомобиль от точки старта за время движения.
2. Предмет: График скорости автомобиля $v(t)$ при его прямолинейном движении, когда время с момента старта $t \in [0; 12]$.
3. Средства решения: $\left[\begin{array}{l} \text{Из физики известно, что } \frac{ds}{dt} = v(t). \\ \text{Из математики известно, что } s(t) = \int_0^t v(t)dt. \end{array} \right.$
4. Операции: Получили математическую модель, описывающую задачу:
5. $s(t) = \int_0^t v(t)dt \rightarrow$ используя связь между первообразной и площадью криволинейной трапеции, получаем возможность найти расстояние, на которое удалился автомобиль от точки старта за время движения.
6. Продукт: искомое расстояние $S = 4,5\pi$.

Завершив анализ, построение структуры и решение задачи, выполнив оформление решения задания, мы рекомендуем студентам осуществить очень важный второй этап рефлексии. Ответить (по возможности) на вопросы:

1. Удалось ли решить задачу?
2. Несколько сложным был путь к решению?
3. Каким было настроение в процессе решения?
4. Где можно применить полученные результаты? Например, соотношением производной функции связаны многие процессы в различных областях знаний, для которых известна скорость их протекания. В экспериментальных исследованиях скорость чаще всего представляется в виде некоторой кривой, по виду кривой необходимо определить поведение процесса в произвольный момент времени. Здесь применима процедура решения нашей задачи, (По желанию, можно привести конкретный пример, можно решить задачу с изменённым условием и т. д.).

На третьем этапе мы предлагаем студентам оценить выполнение работы одноклассников. Критерии оценивания разработаны в соответствии с индикаторами достижения компетенций и представлены в таблице 2.

Таблица 2

Анализ решения задачи

№	Показатели	Оценка			
		5	4	3	0
1	Знает фундаментальные законы природы				
2	Знает основные физические и математические законы				
3	Умеет применять базовые знания и методы для решения задач теоретического характера				
4	Умеет применять базовые знания и методы для решения задач прикладного характера				
5	Умеет работать с информационными источниками				
6	Владение базовыми знаниями в смежных областях				
7	Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач				
8	Способен применять знания на практике				
9	Владеет навыками оформления отчетных материалов				
10	Работа с информационными источниками				

№	Показатели	Оценка			
		5	4	3	0
11	Способность к анализу и обобщению информационного материала				
12	Владеет навыками планирования и управления временем				

Оценивается каждый показатель по следующей шкале:

5 баллов – показатель проявляется полностью;

4 балла – показатель проявляется полностью, но есть недочеты в решении и его оформлении;

3 балла – показатель проявляется частично;

0 – показатель не проявляется или его трудно оценить (составлено авторами)

Соответствующую оценку проводят и преподаватели смежных дисциплин. Максимальное количество баллов, выставленное экспертом по каждой задаче, 60. Так как экспертов, участвующих в оценивании среди преподавателей и студентов, всегда несколько, находим среднее арифметическое заработанных оценок. Исходя из этого количества, мы рекомендуем оценивать работу оценкой «отлично», если набирается в совокупности от 52 до 60 баллов, оценку «хорошо» от 45 до 51 балла, оценку удовлетворительно от 36 до 44 баллов. Эти баллы можно перевести в рейтинговые и учесть в аттестации по каждой из дисциплин (в данном случае по физике и математике).

Авторы разработали и внедрили в учебный процесс учебно-методическое пособие «Методические указания по решению физических профессиональных задач инженеров в техническом вузе» [16], обеспечивающее организацию самостоятельной учебной деятельности представленных типов задач-проектов. Задачи выделенных типов получены из анализа видов профессиональной деятельности инженеров, инженеров-технологов химического производства, бакалавров-строителей. Конечным продуктом решения большинства из них является объекты или химические продукты с заданными свойствами; или технологии их получения; или нахождение определенного состояния и другие. Обобщенные методы решения этих задач содержат действия, опирающиеся на умение использовать положения, законы и методы математики, физики, химии, теоретической механики и их композиции для описания математической модели, её исследования, формулировки выводов. В учебной деятельности анализа и решения таких задач-проектов проявляется композиция результатов обучения по каждой из базовых дисциплин, тем самым мы получаем возможность формировать необходимые компетенции будущих выпускников.

Отдельно, хотим отметить положительное влияние на результативность учебной самостоятельной работы её адекватной оценки. Ориентирование в учебном процессе на рефлексивный анализ своей деятельности и деятельности других студентов, способствует проявлению личностных качеств, так необходимых выпускникам для адаптации в профессиональном мире, позволяет повысить мотивацию к обучению, улучшить коммуникативные навыки. Практикующим преподавателям оценка и самооценка выполнения задач-проектов, проведённая студентами, позволяет сэкономить время при проверке работ и получить более объективные результаты.

Представленная авторами методика проведения учебной деятельности на завершающем этапе обучения математики и дисциплин естественнонаучного блока в техническом вузе оказывает положительное влияние на результаты успеваемости, способствует формированию навыков самоорганизации и самообучения, формированию навыков композиции отдельных знаний, приёмов, действий в едином целом при решении полидисциплинарных задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новиков А.М. Педагогика: словарь системы основных понятий. – М.: Издательский центр ИЭТ. – 2013. – 268 с.

2. Тестов В.А. Качество и фундаментальность высшего образования // Высшее образование в России. – 2008. – № 10. – С. 89–92.
3. Плотникова Е.Г. Система принципов дидактики в концепции профильного подхода к обучению математике в вузе // Высшее образование сегодня. – 2011. – № 6. – С. 35–38.
4. Юшко С.В., Галиханов М.Ф., Кондратьев В.В. Интегративная подготовка будущих инженеров к инновационной деятельности для постиндустриальной экономики // Высшее образование в России. – 2019. – Т. 28. – № 1. – С. 65–75.
5. Бахтизин Р.Н., Баулин О.А., Мазитов Р.М., Шайхутдинова Н.А. Трансформация системы подготовки специалистов в условиях перехода на ФГОС 3++ // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 5. С. 104–110.
6. Болдовская Т.Е., Полякова Т.А. Содержательная составляющая учебников и учебных пособий по математике для студентов технических направлений в условиях реализации требований ФГОС. Наука о человеке: гуманитарные исследования. Раздел 2. Педагогические науки. 2017, с. 105–111.
7. Татьянаенко С.А., Чижикова Е.С. Математическая подготовка инженеров на основе ФГОС 3++ // Высшее образование в России. – 2020. – Т. 29. – № 1. – С. 76–87.
8. Ерофеева Г.В., Склярова Е.А., Крючков Ю.Ю. Методическая система обучения физике в техническом вузе // Известия Томского политехнического университета. Педагогика и психология. – 2007. – Т. 310. – № 3 – С. 237–242.
9. Ряхова А.Г. Формирование развивающихся знаний на лабораторных занятиях по курсу общей физики технического вуза: дис. ... канд. пед. наук. – Уфа. – 2018. – 218 с.
10. Князева Е.Н. Трансдисциплинарные стратегии исследований // Вестник ТГПУ (TSPU Bulletin). – 2011. – № 10 (112). – С. 193–201.
11. Федосеев В.М., Родионов М.А. Интеграция инженерной и математической подготовки как историко-педагогическая проблема // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Гуманитарные науки. – 2016. – № 2 (38). – С. 200–211.
12. Федосеев В.М. Использование метода проектов для интеграции инженерной и математической подготовки // В сборнике: Актуальные проблемы профессионального образования в техническом вузе и пути их решения на современном этапе. – 2016. – С. 92–95.
13. Есаулова И.В. Современные методы и технологии обучения математике студентов технологических университетов // Перспективы Науки и Образования. – 2018. – № 3 (33). – С. 164–167.
14. Калошина И.П. Психология творческой деятельности: учебное пособие для вузов. – 2-е изд. – М.: ЮНИТИ-ДАНА. – 2007. – 559 с.
15. Выготский Л.С. Развитие высших психических функций. – М.: Изд-во АПН РСФСР. – 1960. – 130 с.
16. Скрипко Л.П., Соболева В.В. Методические указания по решению физических профессиональных задач инженеров в техническом вузе. – Астрахань: Изд-во АГТУ. – 2019. – 56 с.

Shamaylo Olga Nikolaevna

Astrakhan state technical university, Astrakhan, Russia
E-mail: olgashamailo@yandex.ru

Skripko Lyudmila Petrovna

Astrakhan state technical university, Astrakhan, Russia
E-mail: skripkoanastasia@mail.ru

Skripko Anastasia Andreevna

Astrakhan state technical university, Astrakhan, Russia
E-mail: skripkoanastasia@mail.ru

The composition of the results of teaching mathematical and natural science subjects in a technical University on the example of analysis and solution of project tasks

Abstract. The article deals with the composition of the results of teaching mathematical and natural science disciplines in a technical University on the example of analysis and solution of problems-projects. In the design of educational programs of technical and technological areas of undergraduate education, developed on the basis of FSES++, the decomposition on various grounds is clearly traced: by terms of development, by levels of training, by disciplines (modules), which in turn are divided into sections, topics, and educational tasks. The requirements for the planned results of mastering mathematics and natural science disciplines are formulated in the General professional competence: "Able to use the provisions, laws, and methods of natural science and mathematics to solve engineering problems", which belongs to the category of "scientific thinking". The formation of this competence is based on the composition of learning results in individual disciplines with elements of teaching research activities. The formulated problem is relevant in higher school didactics. The quality of its solution depends on the use of special tools in the learning process that allow students to organize planned activities. Against the background of an increasing reduction in classroom hours and a significant increase in the share of independent academic work of students, the authors suggest optimizing this type of educational activity. At the final stage of teaching mathematics and natural science disciplines, it is proposed to perform a system of tasks formulated in the format of small projects within the framework of independent work, the analysis and solution of which is based on the ability to use the provisions, laws and methods of each discipline and their composition to describe the mathematical model, its research, and formulate conclusions. The article discusses the methods of teaching students to solve planned problems-projects in a systematic manner, evaluation criteria, forms of presenting solutions and organizing students' activities for joint discussion of results. The effectiveness of the presented method has been experimentally confirmed.

Keywords: teaching mathematics; teaching physics, technical University; educational activities; composition; learning results; independent work of students; formation of competencies