

Дырдина Е.В., Гаврилов А.А.
Оренбургский государственный университет
E-mail: dyrdinaev@mail.osu.ru

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЕЙС-МЕТОДА В ПРЕПОДАВАНИИ МЕХАНИКИ СТУДЕНТАМ-АРХИТЕКТОРАМ

Кейс-метод, получивший широкое распространение и показавший свою эффективность в области изучения менеджмента, маркетинга, права, медицины, пока недостаточно активно используется в преподавании инженерных дисциплин. В данной статье описывается опыт использования кейс-метода в преподавании механики будущим архитекторам.

Показано, что данный метод может стать эффективным инструментом изучения механики конструкций, повысить мотивацию и заинтересованность студентов, способствовать развитию самостоятельного аналитического мышления. Разработана методика применения кейс-технологии в преподавании теоретической механики для студентов архитектурных направлений подготовки. Приведены примеры разработки кейсов по механике на основе выдающихся архитектурных объектов в рамках организации самостоятельной работы студентов.

Использование кейс-метода позволило преподавателю приблизить содержание курса «Теоретическая механика» к потребностям направления подготовки «Архитектура», а студентам переосмыслить роль этой дисциплины в своей будущей профессии, что существенно повысило их мотивацию. Описанная форма организации самостоятельной работы дала возможность студентам получить навыки практического использования законов математики и механики для анализа конструктивной работы зданий и сооружений, а также приобрести опыт работы в команде и практику публичных выступлений и профессиональных дискуссий. Совместную работу преподавателей и студентов над разработкой кейсов можно рассматривать как успешную практику обучения в сотрудничестве.

Ключевые слова: метод конкретных ситуаций, кейс-метод, профессиональные компетенции, теоретическая механика, подготовка архитекторов.

Компетентностно-ориентированная парадигма образования предполагает разработку и широкое использование активных методов обучения, способствующих выработке навыков применения теоретических знаний для анализа и решения профессиональных задач. Одним из таких методов является кейс-метод («casestudy», метод конкретных ситуаций). Кейс-метод (от английского case – случай, ситуация) – это метод активного проблемно-ситуационного анализа, основанный на обучении путем решения конкретной профессиональной задачи. Он появился в начале XX века и использовался в области права и медицины. Ведущая роль в распространении кейс-метода принадлежит Гарвардской Школе Бизнеса. Описанию метода посвящено большое количество публикаций, некоторые из которых приведены в списке источников [1]–[6]. Суть метода довольно проста: по определенным правилам разрабатывается модель конкретной ситуации, связанной с реальным объектом или событием, и отражается тот комплекс знаний и практических навыков, которые студентам нужно получить. Эта модель представляет собой текст объемом от нескольких страниц до нескольких десятков страниц, который и называют «кейсом». Группа студентов, проанализировав

конкретную ситуацию, должна сформулировать решаемую проблему, проанализировать принятый вариант ее решения либо/и предложить свои варианты. Обучающиеся предварительно изучают кейс, используя учебную литературу, материалы лекций, публикации в научных журналах и другие источники информации. После этого организуется детальное обсуждение ситуации, которое инициируется и направляется в нужное русло преподавателем. Педагог выступает в роли модератора учебно-научной дискуссии, генерирующего вопросы, фиксирующего ответы. Таким образом, создается атмосфера совместной деятельности, сотворчества.

Кейс-метод имеет признаки и технологические особенности, позволяющие отличить его от других методов обучения. Кейсы отличаются от задач, используемых при проведении практических занятий, поскольку цели использования задач и кейсов в обучении различны. Задачи обеспечивают материал, дающий студентам возможность изучения и применения отдельных теорий, методов, принципов. Обучение с помощью кейсов помогает студентам приобрести навыки решения комплексных проблем, путем самостоятельного выбора инструментов их решения. Задачи имеют, как правило, одно реше-

ние и один путь, приводящий к этому решению. Кейсы имеют много решений и множество альтернативных путей, приводящих к нему.

Как уже отмечалось, наибольшее применение метод нашел в области изучения менеджмента, маркетинга, права, медицины. Примеры его использования в инженерном и архитектурном образовании не столь многочисленны [7]–[10]. Мы считаем, что кейс-метод может стать эффективным инструментом изучения механики конструкций, который может повысить мотивацию и заинтересованность студентов, способствовать развитию самостоятельного аналитического мышления. В данной статье описывается опыт использования кейс-метода в преподавании цикла механических дисциплин будущим архитекторам. Цикл включает в себя теоретическую механику, основы сопротивления материалов и строительной механики. Целью курса является обучение будущего архитектора основам науки о прочности, жесткости, устойчивости, долговечности конструкций зданий и сооружений, подготовка к выбору правильных методов расчета и проектирования, к поиску рациональных и оптимальных вариантов конструкций. Основные задачи курса – усвоение основных понятий, общих законов, принципов, теорем теоретической механики, сопротивления материалов и строительной механики; формирование навыков их применения к решению конкретных проблем, возникающих в практике архитектурно-строительного проектирования. Особенность курса для студентов архитектурного направления характеризуется не столько глубоким изучением сложных методов расчета и специальных вопросов механики конструкций и материалов, сколько выработкой умения путем приближенного расчета выбрать конструктивную схему несущего остова здания или сооружения, определить его габаритные размеры [11]. Предполагается, что учебный материал не должен подавлять творческий потенциал студента необходимостью использовать сложный математический аппарат, запоминать большое количество сведений и формул. При проведении практических занятий и организации самостоятельной работы ставится цель выработать у студентов способность понимать и «чувствовать» работу конструкций. Она может быть достигнута путем, во-первых, решением

большого количества специально подобранных задач по расчету простых конструктивных элементов при разных условиях загрузки, и во-вторых, анализом работы сложных конструкций. Одним из основных препятствий достижения этих образовательных целей является весьма ограниченное количество аудиторных часов, отводимых учебным планом направления подготовки «Архитектура» на освоение названных дисциплин. Хотя именно изучение механики вносит значительный вклад в формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций, обозначенных в современном ФГОС ВО по направлению подготовки 07.03.01 «Архитектура», таких как: умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1); способность обобщать, анализировать и критически оценивать архитектурные решения отечественной и зарубежной проектно-строительной практики (ПК-18). В связи с этим огромное значение имеют формы и методы организации самостоятельной работы студентов. Поиску наиболее эффективных из них посвящены публикации [11]–[17], а так же, в определенной степени, и данная работа.

По нашему мнению, использование кейс-метода в преподавании механики, способствует переосмыслению студентами роли этой дисциплины в своей будущей профессии и существенно повышает их мотивацию. Разумеется, большое значение имеет выбор кейса. По аналогии с кейсами, используемыми в экономическом образовании, мы решили, кейс должен представлять собой информационный комплекс, позволяющий понять ситуацию на основе реального объекта. В отличие от экономических кейсов, в основе «архитектурно-строительного» кейса должна лежать соответственно не организационная или экономическая, а сложная инженерная проблема. Кейс должен демонстрировать ее эффективное решение на основе грамотного использования законов механики. В каждую историческую эпоху большепролетные и высотные сооружения представляли собой концентрированное выражение научных достижений и передовой инженерной мысли своего времени и современные выдающиеся

архитектурные объекты в этом смысле не составляют исключения. Именно поэтому для разработки кейсов были сформулированы следующие темы: «Статический анализ памятников средневековой архитектуры», «Тросовые системы и арки – сравнительный анализ несущих систем большепролетных сооружений», «Арочные конструкции: особенности работы и применение в архитектуре», «Статический анализ большепролетных сооружений: висячие и вантовые системы», «Фермы: особенности проектирования и расчета, примеры архитектурного воплощения», «Высотные здания и сооружения: особенности проектирования несущих систем», «Уникальные сооружения 21 века: Мост Тысячелетия в Гейтсхеде и Фолкеркское колесо – особенности конструкции и анализ движения».

При разработке кейсов авторами учитывались следующие принципы:

- учебная ситуация должна соответствовать четко поставленной цели создания – изучение механики конструкций;

- работа с кейсом должна научить студентов анализировать конструктивную схему здания или сооружения, понимать логику образования конструктивных форм, взаимосвязь материально-пространственной структуры здания с его архитектурной формой.

- материал готовится таким образом, чтобы в процессе обсуждения можно было создать творческую, но в то же время целенаправленно управляемую атмосферу, а именно – иметь соответствующий уровень трудности, быть актуальным на сегодняшний день, иллюстрировать типичные ситуации, развивать аналитическое

мышление, провоцировать дискуссию, иметь несколько решений.

Самостоятельная работа студентов была организована следующим образом: группа студентов разбивалась на команды по 3–4 человека, каждой из которых было предложено разработать кейс по одной из выше названных тем, взяв за основу реальный архитектурный объект. Студенты сами распределяли роли и решаемые задачи в команде, а итогом было выступление с докладом на студенческой научной конференции и обязательное участие в дискуссии.

Характер студенческих работ рассмотрен на примере задания «Уникальные сооружения 21 века: Мост Тысячелетия в Гейтсхеде и Фолкеркское колесо – особенности конструкции и анализ движения». (Фолкеркское колесо – первый в мире вращающийся судоподъемник, соединяющий каналы Форт-Клайди Юнион, которые первоначально были соединены одиннадцатью шлюзами. Мост Тысячелетия – первый в мире наклоняемый мост, соединяющий города Гейтсхеда Ньюкасл-апон-Тайн (Северная Англия) через реку Тайн (рис. 1)).

Несмотря на то, что по функциям и конструкции названные объекты являются совершенно разными, объяснение принципа их работы опирается на одну из общих теорем динамики механической системы – теорему о движении центра масс.

В рамках подготовки кейса, студентам предлагалось решить следующие задачи:

- осуществить поиск общей информации и технических характеристик по рассматриваемым объектам; сформулировать основную



Рисунок 1 – Фолкеркское колесо и Мост Тысячелетия

инженерную проблему, которая решалась при возведении объекта;

– описать математическую модель, положенную в основу проектного решения; выявить и сформулировать механико-математический аппарат, с помощью которого можно выполнить расчет конструкции;

– выполнить свой вариант расчета и сравнить полученные результаты с реальной работой конструкции; сформулировать выводы и рекомендации;

– подготовить доклад и презентацию;

– изготовить масштабный макет объекта (по возможности).

Первая задача, как правило, выполнялась всей подгруппой совместно. Источниками являлись специальная литература, справочники, сеть Интернет. На данном этапе студентам было необходимо найти фотографии, видеоролики работы конструкции, понять общие принципы работы, познакомиться с идеей создания конструкции, ее создателями, технической реализацией и ее особенностями. Кроме того, было необходимо определиться с проблемой, которой предстояло решать, и найти максимальное количество технических характеристик для ее решения.

Для Моста Тысячелетия основным источником стала информация из сети Интернет, часть ее представлена только на английском языке, но для студентов это не было помехой. Так как определяющей проблемой был поиск центра тяжести конструкции, то необходимыми характеристиками стали: форма и размеры

элементов моста, их масса, характеристики привода и время работы.

Удалось найти следующие характеристики:

– масса: $M=800$ т;

– пролет: $L=126$ м;

– высота в опущенном состоянии: $h_1=50$ м;

– высота в сложенном состоянии: $h_2=25$ м;

– угол поворота $\alpha=40^\circ$;

– мощность каждого из 6 электродвигателей $N=55$ кВт.

С точки зрения механики мост рассматривался как конструкция, состоящая из двух жестких элементов: противовеса и пешеходной части. При этом принималось, что элементы являются однородными. Противовес по форме рассматривался как линия в виде параболы, а пешеходная часть как сегмент кругового кольца заданной ширины. Студентам предстояло определить формулы для расчета положения центров тяжести элементов моста. Необходимо заметить, что в учебной литературе для названных фигур готовых формул нет, и для их вывода студентам пришлось самостоятельно применять весь комплекс знаний из раздела «центр тяжести» и соответствующих разделов математики. Формула для определения координат центра тяжести противовеса была получена путем вычисления интеграла параболической функции. Для определения координаты центра масс пешеходной части сегмент кругового кольца рассматривался как совокупность отдельных дуг (рис. 2).

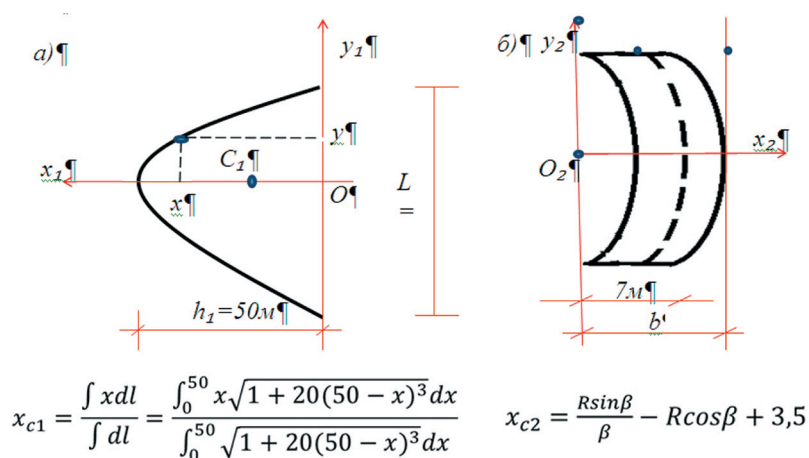


Рисунок 2 – Схемы противовеса (а) и пешеходной части (б) с полученными формулами для положения центра тяжести

Определенную сложность представляло то, что не все характеристики, необходимые для вычислений, были заранее известны. Студентами были предложены интересные решения, например, для вычисления недостающих размеров моста, проверялось, может ли пройти под ним судно при повороте моста на 40° .

После вычисления координат центров тяжести элементов, было определено положение центра тяжести всей конструкции в целом. Вычисления показали, что, несмотря на относительно большие размеры моста, изменение положения его центра тяжести по вертикали незначительно, а следовательно, энергетические затраты на подъем моста невелики. Этот вывод, сделанный студентами самостоятельно, продемонстрировал достижение главной образовательной цели выполненной работы: увидеть неразрывную связь между выразительной архитектурной формой и механическими особенностями работы конструкции. В рамках дальнейшего осмысления работы сооружения определен интерес представлял вопрос: соответствуют ли предложенный подход в расчете и полученные результаты реальной конструкции? Для ответа на него студентам пришлось применить знания из еще одного раздела механики – «Динамика. Работа и мощность силы». Кроме того, была предложена интересная идея сравнить затраты на работу рассматриваемого поворотного моста с обычным разводным. Здесь пришлось определить параметры разводного моста, который по своим характеристикам соответствует поворотному.

Для выполнения описанной расчетной части работы студентам пришлось актуализировать свои знания по математике.

По результатам анализа рассматриваемой архитектурно-строительной проблемы и проведенного исследования студенты готовили доклад и оформляли презентацию. Для выполнения этого этапа обучающимся понадобились навыки работы в программах компьютерной графики и подготовки презентаций.

Поскольку студенты направления «Архитектура» имеют опыт в создании макетов зданий и сооружений, в дополнение к презентации изготавливалась масштабная модель, что позволило лучше понять и «прочувствовать» конструкцию.

В результате можно сделать вывод, что использование кейс-метода позволило приблизить содержание курса «Теоретическая механика» к потребностям направления подготовки «Архитектура». В процессе подготовки и обсуждения кейсов происходит осмысление и переосмысление роли механико-математических знаний в формировании профессиональных компетенций будущего архитектора. Кроме того, кейс-метод, основанный на принципах проблемного обучения, дает студентам возможность получить навыки практического использования законов математики и механики для анализа конструктивной работы зданий и сооружений, а также приобрести опыт работы в команде и практику публичных выступлений и профессиональных дискуссий.

Совместную работу преподавателей и студентов над разработкой кейсов можно рассматривать как успешную практику обучения в сотрудничестве. Результатом этой работы стал комплект учебно-методических материалов по механике в формате «архитектурно-строительных» кейсов.

01.06.16

Список литературы:

1. Кирьякова, А.В. Технология «кейс-стади» в компетентностно-ориентированном образовании: учебно-методическое пособие / А.В. Кирьякова, И.Д. Белоновская, Т.А. Ольховая, Д.С. Каргапольцева. – Оренбург: ООО «НикОс», 2011. – 104 с.
2. McNair, Malcolm P. The Case Method at the Harvard Business School: Papers by Present and Past Members of the Faculty and Staff. – New York: McGraw-Hill. – 139 p.
3. Боротко, Н.М. Педагогические технологии: Учебник для студентов педагогических вузов / Н.М. Боротко, И.А. Соловцова, А.М. Байбаков ; под ред. Н.М. Боротко. – Волгоград: Изд-во ВГИПК РО, 2006. – 59 с.
4. Ситуационный анализ, или Анатомия кейс-метода / под ред. Ю.П. Сурмина. – Киев: Центр инноваций и развития, 2002. – 288 с.
5. Панфилова, А.П. Основы менеджмента. Полное руководство по кейс-технологиям / А.П. Панфилова, Л.А. Громова, И.А. Богачек, В.А. Абчук ; под ред. проф. В.П. Соломина. – СПб.: Питер, 2004. – 240 с.
6. Долгоруков, А. Метод case-study как современная технология профессионально-ориентированного обучения [Электронный ресурс] / А. Долгоруков. – Режим доступа: http://www.vshu.ru/lections.php?tab_id=3&a=info&id.
7. Кутрунова, З.С. Некоторые применения кейс-технологии в преподавании технической механики / З.С. Кутрунова // Педагогика: традиции и инновации: материалы VII междунар. науч. конф. (г. Челябинск, январь 2016 г.). – Челябинск: Два комсомольца, 2016. – С. 112–115.

8. Белоусова, Н.Д. Использование кейс-метода при обучении студентов дисциплине инженерная графика [Электронный ресурс] / Н.Д. Белоусова. – Режим доступа: <http://festival.1september.ru/articles/103801/>
9. Ochsendorf, John Analysis of Historic Structures, Fall 2004 [Электронный ресурс] / John Ochsendorf. – Massachusetts Institute of Technology: MIT OpenCourseWare. – Режим доступа: <http://ocw.mit.edu>
10. Белоновская, И.Д. Инженерные игры в теории, методике и практике профессионального образования: метод. пособие / И.Д. Белоновская, А.Я. Мельникова. – М.: Дом педагогики, 2008. – 288 с.
11. Дырдина, Е.В. Роль и место курса «Теоретическая механика» в инженерно-строительной подготовке архитектора / Е.В. Дырдина, И.Г. Ермошкина // Многопрофильный университет как региональный центр образования и науки: Всероссийская научно-практическая конференция. – Оренбург, ОГУ, 2009. – С. 21–23.
12. Гаврилов, А.А. Использование модульной технологии обучения в дисциплине «Компьютерные технологии в инженерном деле» / А.А. Гаврилов // В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: Материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием). – Оренбург, 2015. – С. 29–33.
13. Гаврилов, А.А. Опыт использования балльно-рейтинговой системы при подготовке бакалавров направления «Ракетная техника и космонавтика» / А.А. Гаврилов, Е.В. Дырдина // В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: Материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием). – Оренбург, 2013. – С. 125–128.
14. Куча, Г.В. Пилотный проект, используемый при подготовке бакалавров транспортного факультета / Г.В. Куча, И.И. Мосалева, А.А. Гаврилов // В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: Материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием). – Оренбург, 2013. – С. 624–628.
15. Кудина, Л.И. Научно-методические аспекты формирования ключевых компетенций при изучении курса теоретической механики / Л.И. Кудина, А.А. Гаврилов // В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: Материалы Всероссийской научно-методической конференции. – Оренбург, 2014. – С. 337–340.
16. Морозов, Н.А. Формирование компетенций, связанных с самостоятельным решением задач / Н.А. Морозов, А.А. Гаврилов // В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции. – Оренбург, 2014. – С. 377–379.
17. Власов, Ю.Л. Модульное обучение студентов транспортных направлений подготовки бакалавриата по дисциплине «Теоретическая механика» / Ю.Л. Власов, Л.И. Кудина // В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: Материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием). – Оренбург, 2013. – С. 594–598.

Сведения об авторах:

Дырдина Елена Васильевна, доцент кафедры машиноведения

Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук, доцент
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 20-404, тел (3532) 37-25-13, e-mail: dyrdinaev@mail.osu.ru

Гаврилов Александр Александрович, старший преподаватель кафедры машиноведения

Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 20-404, тел (3532) 37-25-13, e-mail: pialex@bk.ru