

Смешанная форма обучения высшей математике студентов с ограниченными возможностями здоровья

Одной из устойчивых тенденций в современной образовательной среде является повсеместный переход от традиционной формы обучения к смешанной путем введения в учебный процесс новых электронных образовательных инструментов и средств обучения, основанных на возможностях и технологиях сети интернет. Сложность перевода учебных дисциплин на смешанную форму обусловлена необходимостью одновременно разрабатывать две взаимосвязанные, но при этом качественно различающиеся компоненты (традиционную и онлайн). Правильная балансировка традиционной и онлайн компонент смешанного обучения позволяет сделать учебный процесс более комфортным и адаптируемым под потребности каждого конкретного студента, а также расширить круг потенциальных получателей высшего образования. Решение этой задачи в значительной степени зависит от специфики конкретных учебных дисциплин. В данной работе мы предлагаем решение, ориентированное на базовые математические дисциплины, которые читаются студентам с ограниченными возможностями здоровья на младших курсах в МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Целью исследования является поиск наиболее оптимальной организации процесса обучения высшей математике студентов с ограниченными возможностями здоровья в МГТУ им. Н.Э. Баумана в рамках смешанной модели обучения, сочетающей в себе как элементы традиционной формы обучения в классе, так и элементы обучения через интернет.

Материалы и методы исследования включают анализ научно-методической литературы по тематике смешанного обучения, подготовку и внедрение в учебный процесс электронных учебных материалов и средств обучения, анализ успеваемости

и отзывов студентов, а также последующую корректировку учебного процесса на основе полученных данных.

Результатом исследования стало формирование сбалансированной двухкомпонентной структуры учебного процесса. Традиционная компонента включает в себя лекции, семинары и аудиторные консультации, а онлайн компонента состоит из электронных учебных материалов и средств коммуникации посредством сети интернет (электронная почта и средства проведения онлайн-консультаций). Специально подобранное аппаратное и программное обеспечение позволило сделать онлайн-консультации по эффективности практически неотличимыми от обычных аудиторных консультаций. Каждый студент, находясь в любом месте, где есть доступ в сеть интернет, способен не только видеть и слышать других участников онлайн-консультации, но также видеть их записи и, в свою очередь, передавать им свои, сделанные от руки на обычном листе бумаги. Введение онлайн компоненты в учебный процесс позволило снизить высокий темп обучения, присущий традиционной форме, и сделать его более приемлемым для студентов, испытывающих те или иные проблемы со здоровьем.

Заключение. Результаты исследования используются при проведении занятий по четырем математическим дисциплинам: математический анализ, аналитическая геометрия, линейная алгебра и интегралы с дифференциальными уравнениями, которые читаются на первом и втором курсах в МГТУ им. Н.Э. Баумана, когда студенты с ограниченными возможностями здоровья учатся в отдельных сборных группах.

Ключевые слова: смешанное обучение, электронные учебные материалы, высшая математика

Artem N. Semakin

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

Blended learning in teaching higher mathematics to students with disabilities

A stable trend in modern education is the transition from traditional or face-to-face learning to blended learning by introducing new online tools into the educational process. The complexity of converting traditional academic disciplines into a blended learning format arises from the need to simultaneously develop two interconnected and at the same time qualitatively different components (traditional and online). A correct balancing of the traditional and online components of blended learning allows making the educational process more comfortable and adaptable to the needs of every individual student. The solution of this problem largely depends on specific features of different academic disciplines. In this paper we propose a solution for basic mathematical disciplines taught to students with disabilities at Bauman Moscow State Technical University.

The purpose of the study is to find the optimal organization of the process of studying higher mathematics by students with disabilities at Bauman Moscow State Technical University in the framework of blended learning, combining elements of the traditional teaching in the classroom and elements of online learning.

Materials and research methods include the analysis of scientific and methodological literature on blended learning, the preparation and implementation of electronic training materials and teaching aids, the analysis of student performance and feedback, as well as the subsequent educational process adjustment based on the data received.

The result of the study is the creation of a balanced two-component structure of the educational process in the framework of blended learning. The traditional component includes lectures, seminars and classroom consultations, and the online component consists of electronic training materials and communication tools via the Internet (email and a means of online consultations). Special hardware and software make online consultations similar in effectiveness to traditional classroom consultations. Every student at any place with access to the Internet is able not only to see and hear other participants of the online consultations, but also to see their notes and, in turn, show them his/her own notes made by hand on a regular sheet paper. The introduction of the online component into the educational process allows reducing the high learning rate typical for traditional learning and making it more acceptable for students experiencing certain health problems.

Conclusion: the results of the study are used during classes in four mathematical disciplines: mathematical analysis, analytical geometry, linear algebra and integrals with differential equations, which are taught to students with disabilities in the first and second years of study at Bauman Moscow State Technical University.

Keywords: blended learning, online teaching materials, higher mathematics

Введение

В настоящее время в подавляющем большинстве университетов мира помимо традиционного обучения в классе (Face-To-Face Learning) активно развиваются такие формы обучения как обучение через интернет (Online Learning) и смешанное обучение (Blended Learning).

Обучение через интернет – это обучение, в рамках которого студенты взаимодействуют с преподавателем и обращаются ко всем учебным материалам по ходу изучения выбранной дисциплины исключительно посредством сети интернет [1]. В отдельных случаях по окончании обучения студентам необходимо сдавать традиционный очный экзамен. Среди университетов, предлагающих онлайн-курсы, можно упомянуть Harvard University (США) [2], University of Calgary (Канада) [3], Open University of Catalonia (Испания) [4] и многие другие.

Основные преимущества обучения через интернет по сравнению с традиционным подходом:

1) низкая стоимость в расчете на одного студента, обусловленная возможностью одновременного обучения на одном онлайн-курсе практически неограниченного количества студентов, которым не требуются физические аудитории;

2) снижение нагрузки на преподавателей, что достигается за счет многократного использования единой подготовленных учебных материалов (например, один раз записанные видеолекции можно использовать несколько лет подряд);

3) большая гибкость в выборе курсов, когда студент может выбрать нужную ему дисциплину, отсутствующую в местном университете, но доступную онлайн в университете, удаленном на тысячи

километров и, возможно, находящемся в другой стране;

4) возможность студенту самому выбирать подходящие время и темп обучения при отсутствии жесткого расписания (например, видеолекцию можно посмотреть в любое время и многократно, в то время как живую лекцию можно прослушать лишь согласно фиксированному расписанию, причем только один раз).

К сожалению, данные преимущества обучения через интернет сопровождаются одним существенным недостатком – лишь небольшая часть начавших обучение на онлайн-курсах студентов доходит до итогового экзамена и успешно сдает его [5], что обусловлено следующими причинами [6, 7]:

1) отсутствие живого общения между студентами группы и между студентами и преподавателем, что с одной стороны лишает преподавателей возможности мотивировать студентов и поддерживать их интерес к учебе на протяжении всего курса, а с другой – создает у студентов ощущение изолированности и ведет к постепенной потере интереса к обучению,

2) отсутствие возможности у преподавателя своевременно распознать тот момент, когда студенты по каким-либо причинам перестают понимать учебный материал, и, соответственно, скорректировать ход обучения, в результате чего студенты просто перестают учиться,

3) недостаточный уровень самодисциплины у подавляющего большинства студентов (в рамках традиционного подхода дисциплинирующую функцию выполняет преподаватель).

В качестве решения данной проблемы была предложена модель смешанного обучения. Смешанное обучение – это обучение, сочетающее в себе как элементы традиционного обучения в классе, так и элементы обучения через интернет [8].

При этом формируется единая взаимосвязанная система, в которой элементы разных моделей взаимно дополняют друг друга, сохраняя преимущества и нивелируя недостатки. Онлайн часть обеспечивает студентов необходимым уровнем мобильности, повышает возможности в выборе курсов и позволяет существенно сократить стоимость обучения за счет уменьшения аудиторной работы. В свою очередь традиционная часть предоставляет студентам возможности для социализации, развития навыков самопрезентации и прямого контакта с преподавателем. Преимущества для преподавателей – снижение учебной нагрузки (за счет онлайн компоненты) и живое общение со студентами (за счет традиционной компоненты). Минусом смешанного обучения является повышенная сложность разработки учебных курсов в рамках смешанного обучения по сравнению с обучением только через интернет или только в традиционной форме за счет необходимости разработки в единой связке сразу двух качественно различающихся компонент (онлайн и традиционной), что увеличивает количество затрачиваемого на разработку времени.

При переходе на смешанный формат обучения у преподавателей часто возникают сомнения в востребованности у студентов традиционной компоненты при наличии доступа к необходимым теоретическим материалам через интернет. Например, будут ли студенты посещать живые лекции, если имеются их записи? Исследования [9, 10] показывают, что студенты, имея доступ к записям, в большинстве все равно отдают предпочтение живым лекциям, а записи используют, чтобы ознакомиться с материалом пропущенных занятий или освежить в памяти содержание ранее уже посещенных занятий. Среди аргументов в

пользу посещения аудиторных занятий упоминаются возможность задавать вопросы лектору и получать немедленный ответ без задержек и возможность общения с одногруппниками. Также студенты отмечали дисциплинирующую функцию аудиторных занятий.

Соотношение традиционной и онлайн компонент в рамках смешанного обучения может изменяться в широких пределах в зависимости от стоящих перед дисциплиной задач. Например, естественно-научные дисциплины (физика, химия) по инженерным направлениям подготовки должны давать студентам глубокие знания по законам природы и их взаимосвязи, учить делать предварительные расчеты протекания тех или иных физико-химических процессов, прививать навыки работы с соответствующим оборудованием (физические установки) и материалами (химические реактивы), что требует очного присутствия студентов в лабораториях большую часть времени обучения. В этом случае интернет может служить местом размещения вспомогательных материалов (методички, инструкции по выполнению лабораторных работ и т.д.), т.е. доля онлайн компоненты будет 10-20%. Если же говорить о социально-гуманитарных направлениях подготовки, для которых естественно-научные дисциплины носят общеобразовательный и преимущественно теоретический характер, то в этом случае уже основную часть обучения по этим дисциплинам можно проводить посредством сети интернет (видеолекции, демонстрационные записи опытов, инструкции к решению простых теоретических задач и т.д.), а аудиторные часы тратить на проведение контрольных работ и прием зачетов. При таком построении дисциплины доля онлайн компоненты вырастает до 90%.

В [11, 12] приведены многочисленные примеры построения учебных дисциплин по принципам смешанного обучения в различных зарубежных университетах (США, Канада, ЮАР Австралия и т.д.). Российские университеты также активно переходят от традиционной формы обучения к смешанной. Описание некоторых примеров можно найти в [13, 14]. Интересный подход к организации учебного процесса по дисциплине «Приложения параллельных вычислений» предлагает Университет Калифорнии в Беркли [15]. Эта дисциплина читается одновременно студентам нескольких вузов в формате «ведущий университет + университеты-партнеры». Ведущий университет (Университет Калифорнии в Беркли) целиком обеспечивает теоретическую часть дисциплины, включая трансляцию лекций в режиме реального времени по сети интернет, а университеты-партнеры отвечают за практическую часть (курсовой проект и домашние задания), назначая своим студентам местных преподавателей-консультантов.

В данной статье мы представляем смешанную модель обучения студентов математическим дисциплинам, используемую в настоящее время в Головному учебно-исследовательском и методическом центре профессиональной реабилитации лиц с ограниченными возможностями здоровья (ГУИМЦ) МГТУ им. Н.Э. Баумана на первом и втором курсах. Целью разделения учебного процесса на традиционную и онлайн компоненты являлась необходимость снижения общей нагрузки на студентов, имеющих те или иные проблемы со здоровьем. Данная цель была достигнута путем использования электронных учебных материалов и перевода части контактной работы студента и преподавателя в дистанционную форму посредством

сети Интернет, что позволило снизить темп обучения и сделать его более адаптивным к возможностям каждого конкретного студента. Обе компоненты смешанной модели взаимосвязаны и не могут использоваться по отдельности в отрыве друг от друга.

Содержание статьи следующее: в разделе 2 мы приводим состав базовых математических дисциплин, читаемых нами в смешанном формате на младших курсах факультета ГУИМЦ МГТУ им. Н.Э. Баумана, и описываем традиционную компоненту смешанной формы обучения, в разделе 3 представлена дополняющая ее онлайн компонента, а в разделе 4 мы излагаем наш подход к созданию видеолекций.

Математика и традиционная компонента смешанного обучения

На факультете ГУИМЦ МГТУ им. Н.Э. Баумана содержание базовых математических дисциплин (математический анализ, аналитическая геометрия, линейная алгебра, интегралы и дифференциальные уравнения) одинаково для студентов всех направлений обучения (09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, 27.03.04 Управление в технических системах и другие). Студенты посещают занятия по математике на первом и втором курсах в сборных группах. На первом курсе изучается математический анализ (2 семестра и 4 модуля), аналитическая геометрия (1 семестр и 2 модуля) и линейная алгебра (1 семестр и 2 модуля). На втором курсе проходят интегралы и дифференциальные уравнения (2 семестра и 4 модуля). Каждый модуль, независимо от дисциплины, содержит два контрольных мероприятия – рубежный контроль и модульное домашнее задание, выполне-

ние которых на необходимый минимум (60% от максимума) обязательно для получения допуска к промежуточной аттестации (зачету или экзамену в зависимости от дисциплины). Задания контрольных мероприятий оцениваются по двум критериям – правильность решения и грамотность оформления. Каждая базовая математическая дисциплина сопровождается несколькими вспомогательными дисциплинами компенсационного характера (когнитивные технологии, семантика технических текстов, тьюторинг), которые помогают студентам с ограниченными возможностями здоровья в ГУ-ИМЦ успешно освоить все необходимые знания и получить нужные умения по высшей математике. Подробное описание данных вспомогательных дисциплин и их взаимосвязь с базовыми дисциплинами на примере математического анализа изложены в [16].

Непосредственно традиционная компонента смешанного обучения включает лекции, семинары и аудиторные консультации.

На лекциях подача учебного материала строится на основе специально подготовленных презентаций, выводимых на аудиторную доску проекционным оборудованием. Примеры слайдов презентаций приведены на рис. 1. Дизайн и структура презентаций одинаковы у всех дисциплин. При их создании мы придерживались следующих принципов:

1) минимум элементов оформления – на слайде присутствуют только элементы, несущие смысловую нагрузку (верхняя панель содержит текущую тему, а нижняя указывает на читаемую дисциплину, номер лекции, номер текущего слайда и общее число слайдов лекции, что дает студентам ориентирующую информацию по положению рассматриваемого вопроса в рамках лекции и дисциплины в целом),

2) минимум одновременно выводимой информации – на одном слайде размещается одно определение, одна теорема, один рисунок (см. рис. 1), что с одной стороны позволяет использовать для текста достаточно крупный шрифт, видимый с любого места лекционной аудитории, а с другой стороны не перегружает зрительный канал восприятия информации студентов.

Отдельное внимание уделяется сложным рисункам с множеством деталей. Мы выводим такие рисунки на экран в виде последовательности, в которой каждый последующий рисунок накладывается на предыдущий и содержит на одну деталь больше (см. рис. 2.а). Фактически происходит имитация последовательного создания рисунка преподавателем на доске, когда преподаватель рисует сначала несколько базовых элементов и дает начальные комментарии, потом добавляет новую деталь с новыми комментариями и т.д. В результате студенты быстрее, легче и в

более полном объеме воспринимают новую графическую информацию по сравнению с ситуациями, когда им показывают сразу полные рисунки, а преподавателям, в свою очередь, удобнее давать поясняющие комментарии.

Такой же подход используется при работе с примерами и доказательствами теорем (см. рис. 2.б). Доказательства и примеры не выдаются студентам сразу в готовом законченном виде. Их вывод идет постепенно, шаг за шагом, как если бы преподаватель работал с обычной меловой доской. Преимущества очевидны – внимание студентов концентрируется на текущем моменте доказательства или примера, а не рассеивается по всему слайду, что, среди прочего, сильно облегчает студентам формирование логических цепочек утверждений (что из чего следует и почему).

Можно выделить ряд преимуществ работы с лекционными презентациями:

1. Презентация позволяет уделять основную часть времени лекции обсуждению новых теоретических положений, экономя существенный объем времени, который при обычном подходе (мел и доска) тратится на написание теоретических формулировок на доске. В результате на лекциях начинают активно использоваться такие активные и интерактивные формы проведения занятий, как беседа и дискуссия.

2. Презентации позволяют унифицировать содержание лекционного материала, читаемого одновременно разными преподавателями в разных потоках, гарантируя, что все студенты, независимо от конкретного потока и конкретного лектора, получают обязательный объем знаний.

3. Поскольку над каждой презентацией в течение длительного времени работает несколько преподавателей, презентации позволяют повысить качество лекций.

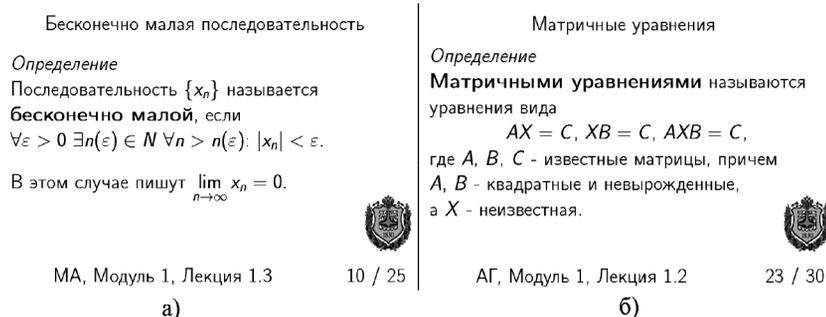


Рис. 1. Слайды лекционных презентаций: а) математический анализ, б) аналитическая геометрия

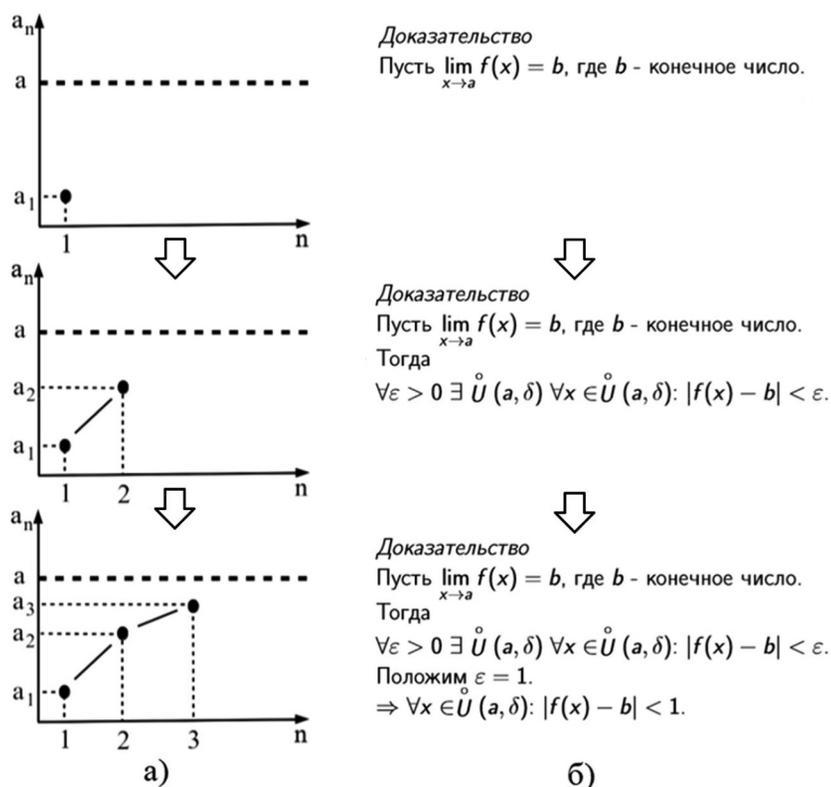


Рис. 2. Последовательность слайдов: а) геометрическая интерпретация предела числовой последовательности, б) доказательство теоремы локальной ограниченности функции

Семинарские занятия проводятся классическим способом, что обусловлено особенностями работы с младшими курсами. На первом и втором курсах у студентов еще не выработаны навыки самостоятельной работы, они не могут начать решать практические задачи по новым для них темам с нуля, даже имея теоретическую базу и подробное описание алгоритмов решения задач с многочисленными примерами. Студентам необходимо, чтобы рядом находился преподаватель, который мог показать, как решается та или иная задача, ответить на многочисленные вопросы и оперативно проверить, правильно ли студенты решают аналогичные задачи (на первом курсе в большей степени, на втором – в меньшей). На старших курсах этой проблемы уже нет. Необходимость использования классического подхода, делающего акцент на формировании практических навыков выбора

и применения стандартных методов решения задач, именно на младших курсах отмечают многие преподаватели, в том числе и в зарубежных университетах [17].

Модульные домашние задания принимаются в бумажном виде и оцениваются по двум критериям – правильное решение и правильное оформление, причем второй критерий не менее важен, чем первый. В 2018/19 учебном году у нас впервые появились студенты, которые для записей как на лекциях, так и на семинарах использовали исключительно планшеты (iPad со стилусом). Как только доля таких студентов в потоке станет заметной, мы введем опцию электронной сдачи модульных домашних заданий. Преимущества – студенты будут быстрее получать результаты оценивания, а у преподавателей уменьшится количество носимых с собой бумаг.

Рубежный контроль, которым заканчиваются модули

всех дисциплин, также проводится исключительно в традиционной форме – студенты должны решить определенный набор задач в течение одного аудиторного занятия. Мы отказались от использования электронных средств при проведении рубежного контроля, поскольку имеющиеся на данный момент электронные средства используют двухкомпонентную структуру процедуры оценки знаний и умений студента в виде «вопрос – ответ» [18]. Электронные средства позволяют проверить лишь правильность полученного студентом ответа, оценить ход решения они еще не в состоянии. Традиционная форма контроля имеет трехкомпонентную структуру «вопрос – решение – ответ», и, соответственно, оценивается как ответ, так и решение. В базовых математических дисциплинах оценивать решение не менее важно, чем ответ. Во-первых, это дает возможность студенту увидеть, что конкретно он делает неправильно и, как результат, улучшить понимание учебного материала. Во-вторых, иногда неверное решение может дать результат, совпадающий с верным ответом, что можно выявить, только оценивая непосредственно само решение (в нашей практике такая ситуация в основном встречается у студентов первого курса при изучении теории пределов). На данный момент электронных средств проверки правильности хода решения нет, можно лишь оценить правильность ответа. Для студентов младших курсов этого недостаточно, поскольку у них еще нет выработанного навыка самостоятельного поиска ошибок в своих работах.

Онлайн компонента смешанного обучения

Онлайн компонента смешанного обучения включает в себя электронные учебные материалы и средства комму-

никации посредством сети интернет.

Электронные учебные материалы располагаются на веб-сайте университета по адресу guimc.bmstu.ru/education/ и открыты для общего доступа. Каждая из четырех математических дисциплин имеет свою персональную страницу, причем структура всех страниц одинакова: введение, общая информация, модули, актуализация знаний. Содержание этих разделов раскрывается ниже.

Раздел «Введение» — это краткая аннотация дисциплины. Здесь описывается ее содержание и структура, включая имеющиеся контрольные мероприятия (домашние задания и рубежные контроли) и тип промежуточной аттестации (зачет, экзамен или распределенный экзамен).

Раздел «Общая информация» включает документы, относящиеся ко всей дисциплине в целом: рабочая программа, календарные планы, образцы экзаменационных билетов и вопросы к экзамену (если у дисциплины есть экзамен), краткое описание каждой лекции.

Отдельный раздел выделен под каждый модуль. Модуль включает в себя список теоретических вопросов и примеры билетов для рубежного контроля, модульное домашнее задание и лекции. Модули 1 и 2 по аналитической геометрии и модули 3 и 4 по математическому анализу также содержат материалы для самостоятельного изучения.

Раздел «Актуализация знаний» содержит справочную информацию, которая используется в соответствующей дисциплине и предполагается известной студентам еще со школы, но которую сами студенты, как правило, уже успели забыть. Например, к этому разделу относятся тригонометрия по математическому анализу и элементы планиметрии по аналитической геометрии.

Все лекции состоят из трех элементов: аннотация, текст лекции и презентация. Аннотация позволяет определить содержание лекции без необходимости загрузки и просмотра ее текста, что помогает студентам ориентироваться в доступных материалах и быстро находить лекции с нужным содержанием. Текст лекции предназначен для самостоятельной проработки студентами и скомпонован так, чтобы его удобно было читать как в распечатанном виде, так и на экране планшета или смартфона. Предполагается, что студенты используют текст лекции для предварительного ознакомления перед тем, как идти на саму лекцию, для пояснения непонятных моментов после лекции и для подготовки к рубежным контролям и экзаменам. Презентация предназначена для работы в аудитории. В начале занятия преподаватель заходит на веб-страницу читаемой дисциплины, запускает нужную презентацию и начинает работать. Содержание текста лекции и соответствующей презентации полностью идентично, различие имеется лишь в оформлении материала.

Материал для самостоятельного изучения по своей структуре аналогичен тексту лекции, т.е. представляет собой текстовый файл, содержащий новые теоретические сведения по изучаемой дисциплине. Отличие заключается в том, что преподаватели не объясняют его на занятиях, студенты должны сами в нем разобраться. Распределение теоретических знаний между лекциями и материалами для самостоятельного изучения строится таким образом, что каждый материал для самостоятельного изучения является логическим продолжением предшествующей лекции. Например, дисциплина «Аналитическая геометрия» начинается с лекции по матрицам, после которой студентам

предлагается самостоятельно изучить теорию определителей. Полнота освоения этих материалов контролируется на семинарских занятиях через решение практических задач и обсуждение теоретических проблем по соответствующим темам. По степени вовлеченности студентов в работу преподаватель может заключить, насколько успешно данный конкретный студент справляется с самостоятельным освоением теории.

Включение в учебный процесс элемента обязательной самостоятельной теоретической подготовки решает задачу формирования у студентов навыка работы с учебной литературой и позволяет уделить на занятиях больше внимания приложению теории к практическим задачам. Так, по дисциплине «Аналитическая геометрия» мы перешли от традиционной компоновки 2+2 (2 часа лекций и 2 часа семинаров в неделю) к более эффективному варианту 1+3 (1 час лекций и 3 часа семинаров в неделю) при сохранении объема теоретического материала на прежнем уровне.

Во время создания электронных учебных материалов особое внимание необходимо уделять проблеме появления избыточной информации. Преподаватели часто слишком увеличивают объем электронных лекций и прочих материалов за счет большого количества дополнительных примеров, не имеющих первостепенного значения теоретических положений (теорем, доказательств и т.д.) и избыточно подробных комментариев, которые отсутствуют при традиционной организации учебного процесса. В результате учебные материалы оказываются неоправданно раздуты, что существенно снижает их эффективность. В своей работе мы специально отслеживаем, чтобы объем информации, содержащейся в наших элек-

тронных учебных материалах, был равен объему информации, выдаваемой студентам по соответствующей дисциплине при традиционной форме обучения.

Коммуникации посредством сети интернет осуществляются путем отправки электронных писем и проведения онлайн-консультаций.

Электронные письма используются для отправки студентам информации ситуативного характера, которая относится только к конкретным студентам и которую, соответственно, не имеет смысла размещать в открытом доступе на web-сайте университета. Например, это может быть информация о дате, времени и месте написания (или очередного переписывания) рубежного контроля прошедшего модуля, напоминание о приближающихся сроках сдачи домашнего задания, результаты проверки рубежных контролей и домашних заданий. В свою очередь студенты могут по электронной почте задавать те или иные вопросы организационного характера. Вопросы консультативного характера непосредственно по учебному материалу дисциплин через электронные письма не рассматриваются, о чем студенты заранее предупреждаются. Для решения таких вопросов предназначены традиционные консультации в аудиториях и онлайн-консультации через интернет.

Сложность организации онлайн-консультаций по математическим дисциплинам заключается в том, что во время консультаций недостаточно просто видеть и слышать самого собеседника, еще необходимо видеть его записи на бумаге, которые он делает по ходу обсуждения, а также иметь возможность показать ему свои письменные комментарии. В математике невозможно объяснить порядок решения той или иной математической задачи,

ограничиваясь только устными пояснениями. Эти пояснения должны сопровождаться соответствующими математическими выкладками на бумаге, причем студенту необходимо видеть не только готовый результат, но и сам процесс формирования решения. Поэтому во время онлайн-консультаций мы одновременно используем программу проведения видеоконференций (Trueconf) и умную ручку (Equil Smartpen 2) (рис. 3). Функционально Equil Smartpen 2 ничем не отличается от обычной шариковой ручки, но благодаря встроенному в ее корпус ультразвуковому передатчику она в реальном времени переводит написанный ею на бумаге текст в электронный вид и передает на связанный с нею планшет или смартфон, откуда этот текст по сети интернет сразу же пересылается на аналогичные устройства всех собеседников. В итоге все участники онлайн-консультации могут видеть записи друг друга как если бы они находились рядом в одной аудитории, что делает эффективность математических онлайн-консультаций сопоставимой с обычными аудиторными консультациями при сохранении их преимуществ:

1. Одновременная работа с большим количеством студентов. Онлайн-консультация проводится в режиме видеоконференции и может включать сразу несколько сотен человек. Студенты могут просто запустить программу проведения видеоконференции и начать слушать вопросы одноклассников и ответы преподавателя. Поскольку большинство студентов приходят на консультации с одним и тем же набором вопросов, преподаватель, давая ответ тому, кто задал вопрос, одновременно дает ответ всем присутствующим на видеоконференции.

2. Значительная экономия времени на транспорт. В условиях крупного города студен-

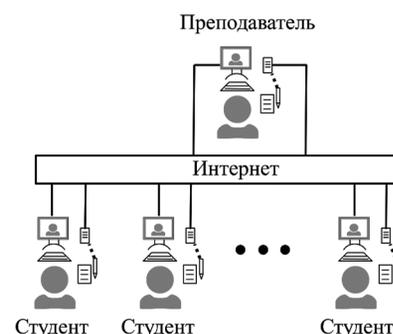


Рис. 3. Схема проведения онлайн-консультаций

там обычно требуется 1-2 часа, чтобы доехать до университета. В онлайн-консультациях можно участвовать прямо из дома или любого другого места с доступом в интернет, подключившись к видеоконференции прямо в назначенное время, что упрощает сочетание таких консультаций с другими рабочими или учебными делами, а также высвобождает заметный объем времени для дополнительной полезной деятельности.

4. Видеолекции

Важным и одновременно сложным в изготовлении элементом онлайн компоненты смешанного обучения являются видеолекции, содержащие основной теоретический материал учебной дисциплины. Видеолекции предоставляют студентам возможность знакомиться с содержанием дисциплины в удобное время и в подходящей обстановке, когда есть возможность полностью сосредоточиться на получении новых знаний в отсутствие каких-либо отвлекающих факторов. Помимо этого, видеолекции обладают рядом других преимуществ: 1) возможность контролировать ход лекции (делать паузы, выбирать для просмотра лишь определенные темы внутри лекции, изменять темп воспроизведения записи и т.д.), 2) возможность просматривать одну и ту же запись несколько раз, если возникают

сложности с пониманием каких-либо отдельных моментов, 3) возможность сохранить запись в собственном архиве для последующей актуализации знаний через продолжительный промежуток времени, 4) возможность осваивать учебный материал в полном объеме, если преподавание ведется на неродном для студента языке (ситуация, типичная для иностранных студентов в российских университетах).

У преподавателей часто возникает вопрос – будут ли востребованы у студентов живые аудиторские лекции при наличии постоянного доступа к их записям? Многочисленные исследования [19, 20] дают ответ – да, будут. По крайней мере на уровне бакалавриата студенты воспринимают записи лекций лишь в качестве дополнительного материала, которым можно при необходимости воспользоваться (например, в случае невозможности посещать занятия из-за болезни). Среди доводов в пользу посещения живых лекций студенты обычно указывали возможность оперативно задавать вопросы преподавателю и вступать с ним в дискуссии, что невозможно сделать при работе с записями. Также студенты отмечали, что эмоциональный контакт с преподавателем, который формируется лишь во время живого общения, заметно активизирует и облегчает сам процесс обучения.

Второй вопрос, который возникает не менее часто во время обсуждения видеолекций, – что нового могут дать студентам видеолекции по сравнению с лекционными записками, содержащими излагаемую на лекциях теорию в текстовом виде? Другими словами, зачем дополнительно делать видеолекции, если вся необходимая теория уже содержится в текстовых лекционных записках и доступна студентам через интернет? Во-первых, во время лекции многие препода-

ватели часто дают комментарии к учебному материалу, которые при составлении печатной версии лекции просто теряются. Во-вторых, при просмотре лекций у студентов активизируются сразу два канала восприятия новой информации – визуальный и аудиальный, в то время как работа с текстовой информацией предполагает использование лишь одного визуального канала восприятия. В-третьих, в рамках математических дисциплин лекции неявно знакомят студентов с правилами правильного чтения и речевого воспроизведения математических формул и выражений. Лекционные записки и прочие текстовые носители информации (учебники, методички и т.д.) знакомят студентов лишь с правилами правильной записи математических конструкций, через текст нельзя передать, как правильно эти выражения читаются вслух. Умение читать формулы важно по двум причинам: студенты гораздо проще и в значительно большем объеме запоминают ту информацию, которую они могут проговорить, и студенты обязаны уметь объяснять окружающим, как именно они решают ту или иную задачу.

К настоящему времени предложено достаточно много способов создания и оформления видеолекций – от прямой записи классических аудиторских лекций в университетах во время занятий [21] до специальных студийных записей с последующим включением анимированных персонажей в качестве лекторов [22]. Многочисленные работы, посвященные исследованию эффективности видеолекций в учебном процессе [23, 24, 25], показали, что не существует какого-то одного однозначно лучшего подхода к их созданию. Результативность работы с теми или иными типами видеолекций в значительной степени зависит от индивидуальных особен-

стей студентов. Например, аудиалы с трудом воспринимают видеолекции, основу которых составляют визуальные эффекты, в то время как визуалы достаточно быстро перестают воспринимать информацию с видео, базирующегося на текстовых презентациях и закадровом голосе. Однако, во всех работах отмечается, что включение в учебный процесс видеолекций, независимо от их дизайна, заметно улучшает результаты студентов.

В [26] предложена двухкритериальная классификация форматов видеолекций по уровню визуального присутствия лектора и составу инструментальной среды, а также ее графическое представление в виде двумерной прямоугольной системы координат, где каждому критерию соответствует своя ось (рис. 4). Горизонтальная ось указывает на уровень визуального присутствия лектора, вертикальная ось соответствует составу инструментальной среды. Каждая точка в этой системе координат представляет собой определенный дизайн видеолекций. Например, на рис. 4 точка А – обычная запись классической аудиторской лекции, точка В – изображение электронной доски, на которой постепенно появляются записи, как если бы кто-то на ней писал, и рядом параллельно размещается изображение головы преподавателя, дающего комментарии, точка С – запись, на которой преподаватель стоит в полный рост рядом с доской и комментирует отображающиеся на ней слайды, одновременно делая пометки электронной ручкой поверх этих слайдов. Данная классификация дает полное визуальное представление о существующих подходах к оформлению видеолекций, что существенно упрощает задачу поиска наиболее подходящего формата записи лекций определенной дисциплины под ее целевую аудиторию в

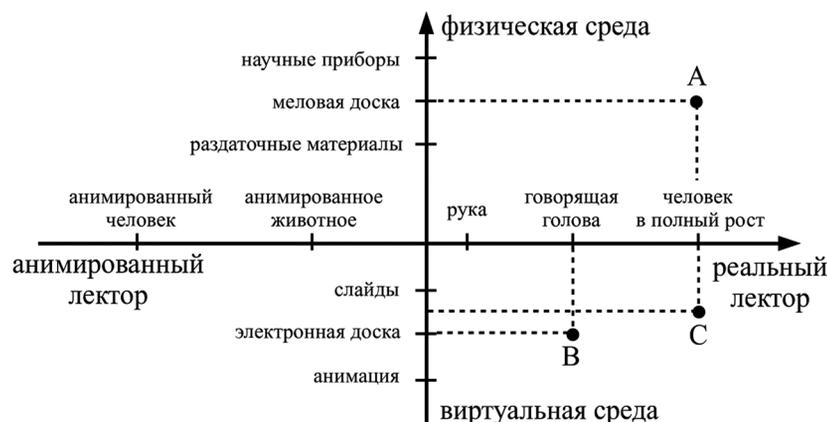


Рис. 4. Двухкритериальная классификация видеолекций

зависимости от имеющихся у разработчиков технических средств.

Для создания собственных видеолекций мы выбрали итеративную стратегию. На первой итерации снимаем лекцию, не обращая внимания на качество. Показываем ее коллегам и студентам, собираем отзывы и замечания. На второй итерации снимаем заново с учетом поступивших замечаний, опять показываем результат коллегам и студентам и снова собираем отзывы и замечания. Далее идем на третью итерацию и т.д. Учитывая, что от итерации к итерации качество лекций повышается, промежутки между итерациями также удлиняются. Под эту стратегию был выбран дизайн, соответствующий точке С на рис. 4 – лектор стоит рядом с электронной доской, комментирует появляющиеся на ней слайды. Выбор такого

дизайна обусловлен тем, что каждая лекция снимается несколько раз, и, соответственно, процесс съемки и последующего монтажа должен быть как можно более простым и быстрым. Помимо основного экрана, где выводится лекция, в правый нижний угол записи включается вспомогательный экран, на котором отображается текущий слайд. Вспомогательный экран дает зрителям постоянный доступ к содержанию слайда и необходим в те моменты, когда лектор по ходу занятия закрывает собой частично или полностью электронную доску.

5. Заключение

В данной статье мы подробно рассмотрели порядок преподавания математики студентам с ограниченными возможностями здоровья соглас-

но принципам смешанного обучения. Модель смешанного обучения используется при проведении занятий по четырем дисциплинам: математический анализ, аналитическая геометрия, линейная алгебра и интегралы с дифференциальными уравнениями, которые читаются на первом и втором курсах, когда студенты с ограниченными возможностями здоровья учатся в отдельных сборных группах. Каждая из перечисленных дисциплин разбивается на две качественно различающиеся компоненты: традиционная (лекции, семинары, консультации) и онлайн (электронные учебные материалы и средства коммуникации посредством сети интернет). Введение онлайн компоненты позволило существенно уменьшить плотность потока информации, получаемой студентами при контактной работе с преподавателем в рамках традиционной компоненты, при этом, что очень важно, суммарный объем информации, получаемой студентами по каждой дисциплине, не изменился по сравнению с традиционной формой обучения. В результате учебный процесс стал более адаптивным к индивидуальным потребностям студентов. Например, студент может выбрать – либо ехать в университет для очной консультации, либо получить консультацию по интересующему вопросу дома через интернет.

Литература

1. Goodyear P., Salmon G., Spector J.M., Steeples C., Tickner S. Competences for online teaching: a special report // Educational Technology Research and Development. 2001. Vol. 49, Issue 1. P. 65–72.
2. Types of Courses. Harvard Extension School. URL: <https://www.extension.harvard.edu/types-courses> (дата обращения: 17.12.2019)
3. Online Learning. University of Calgary Continuing Education. URL: <https://conted.ucalgary.ca/elearn/> (дата обращения: 17.12.2019)
4. High quality e-learning – UOC (Universitat Oberta de Catalunya.) URL: <https://www.uoc.edu/>

<portal/en/metodologia-online-qualitat/index.html> (дата обращения: 17.12.2019)

5. Truluck J. Establishing a mentoring plan for improving retention in online graduate degree programs // Online Journal of Distance Learning Administration. 2007. Vol. 10. No 1.
6. Picciano A.G. Beyond student perceptions: issues of interaction, presence, and performance in an online course // Journal of Asynchronous Learning Network. 2002. Vol. 6. Issue 1. P. 21–40.
7. Evans S.R., Wang R., Yeh T.-M., Anderson J., Haija R., McBratney-Owen P. M., Peeples L., Sinha S., Xanthakis V., Rajcic N., Zhang J. Evaluation of distance learning in an “Introduction

to biostatistics” class: a case study // *Statistics Education Research Journal*. 2007. Vol. 6. No. 2. P. 59–77.

8. Graham C.R., Dziuban C.D. Blended learning environments. In: Spector J.M., Merrill M.D., J. van Merriënboer, Driscoll M.P. (Eds.) *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. New York: Taylor & Francis Group, 2008. 894 p.

9. Loch B. What do on-campus students do with mathematics lecture screencasts at a dual-mode Australian university? *Proceedings of CETL-MSOR Conference 2009*. Milton Keynes, United Kingdom. 2009. P. 43–47.

10. Larkin H.E. “But they won’t come to lectures ...” The impact of audio recorded lectures on student experience and attendance // *Australasian Journal of Educational Technology*. 2010. Vol. 26. No. 2. P. 238–249.

11. Bonk C.J., Graham C.R. *The handbook of blended learning: global perspectives, local designs*. San Francisco: Pfeiffer, 2006. 624 p.

12. Juan A.A., Huertas M.A., Trenholm S., Steegmann C. *Teaching mathematics online: emergent technologies and methodologies*. Hershey: IGI Global, 2011. 414 p.

13. Ржеуцкая С.Ю., Харина М.В. Междисциплинарное взаимодействие в интегрированной информационной среде обучения технического вуза // *Открытое образование*. 2017. Т. 21. №2. С. 21–28.

14. Вайнштейн Ю.В., Шершнева В.А., Есин Р.В., Зыкова Т.В. Адаптация математического образовательного контента в электронных обучающих ресурсах // *Открытое образование*. 2017. Т. 21. № 4. С. 4–12.

15. XSEDE Seeking Partner Institutions to Offer Course in Applications of Parallel Computing. URL: <https://portal.xsede.org/user-news/-/news/item/6927> (дата обращения: 12.09.19).

16. Семакин А.Н. Преподавание математического анализа студентам с нарушением слуха в МГТУ им. Н.Э. Баумана // *Актуальные про-*

блемы преподавания математики в техническом вузе. 2018. Т. 6. С. 231–237.

17. Sweller J. Cognitive load during problem solving: effects on learning // *Cognitive Science*. 1988. Vol. 12. Issue 2. P. 257–285.

18. Sangwin C. *Computer aided assessment of mathematics*. Oxford: Oxford University Press, 2013. 185 p.

19. Scagnoli N.I., Choo J., Tian J. Students’ insights on the use of video lectures in online classes // *British Journal of Educational Technology*. 2019. Vol. 50. No. 1. P. 399–414.

20. Larkin H.E. “But they won’t come to lectures...” The impact of audio recorded lectures on student experience and attendance // *Australasian Journal of Educational Technology*. 2010. Vol. 26. No. 2. P. 238–249.

21. Danielson J., Preast V., Bender H., Hassall L. Is the effectiveness of lecture capture related to teaching approach or content type // *Computers & Education*. 2014. Vol. 72. P. 121–131.

22. Li J., Kizilcec R., Bailenson J., Ju W. Social robots and virtual agents as lecturers for video instruction // *Computers in Human Behavior*. 2016. Vol. 55. Part B. P. 1222–1230.

23. Kizilcec R.F., Bailenson J.N., Gomez C.J. The instructor’s face in video instruction: evidence from two large-scale field studies // *Journal of Educational Psychology*. 2015. Vol. 107. Issue 3. P. 724–739.

24. Chen C.-M., Wu C.-H. Effects of different video lecture types on sustained attention, emotion, cognitive load, and learning performance // *Computers & Education*. 2018. Vol. 80. P. 108–121.

25. Brecht H.D. Learning from online video lectures // *Journal of information technology education: innovations in practice*. 2012. Vol. 11. P. 227–250.

26. Chorianopoulos K. A taxonomy of asynchronous instructional video styles // *International Review of Research in Open and Distributed Learning*. 2018. Vol. 19. No. 1. P. 294–311.

References

1. Goodyear P., Salmon G., Spector J.M., Steeples C., Tickner S. Competences for online teaching: a special report. *Educational Technology Research and Development*. 2001; 49(1): 65–72.

2. Types of Courses. Harvard Extension School. URL: <https://www.extension.harvard.edu/types-courses> (cited: 17.12.2019)

3. Online Learning. University of Calgary Continuing Education. URL: <https://conted.ucalgary.ca/elearn/> (cited: 17.12.2019)

4. High quality e-learning – UOC (Universitat Oberta de Catalunya). URL: <https://www.uoc.edu/portal/en/metodologia-online-qualitat/index.html> (cited: 17.12.2019)

5. Truluck J. Establishing a mentoring plan for improving retention in online graduate degree programs. *Online Journal of Distance Learning Administration*. 2007; 10: 1.

6. Picciano A.G. Beyond student perceptions: issues of interaction, presence, and performance in an online course. *Journal of Asynchronous Learning Network*. 2002; 6(1): 21–40.

7. Evans S.R., Wang R., Yeh T.-M., Anderson J., Haija R., McBratney-Owen P. M., Peoples L., Sinha S., Xanthakis V., Rajicic N., Zhang J. Evaluation of distance learning in an “Introduction to biostatistics” class: a case study. *Statistics Education Research Journal*. 2007; 6; 2: 59–77.

8. Graham C.R., Dziuban C.D. Blended learning

environments. In: Spector J.M., Merrill M.D., J. van Merriënboer, Driscoll M.P. (Eds.) Handbook of Research on Educational Communications and Technology. New York: Taylor & Francis Group; 2008. 894 p.

9. Loch B. What do on-campus students do with mathematics lecture screencasts at a dual-mode Australian university? Proceedings of CETL-MSOR Conference 2009. Milton Keynes, United Kingdom; 2009. P. 43–47.

10. Larkin H.E. “But they won’t come to lectures ...” The impact of audio recorded lectures on student experience and attendance. Australasian Journal of Educational Technology. 2010; 26; 2: 238–249.

11. Bonk C.J., Graham C.R. The handbook of blended learning: global perspectives, local designs. San Francisco: Pfeiffer; 2006. 624 p.

12. Juan A.A., Huertas M.A., Trenholm S., Steegmann C. Teaching mathematics online: emergent technologies and methodologies. Hershey: IGI Global; 2011. 414 p.

13. Rzhetskaya S.Yu., Kharina M.V. Interdisciplinary interaction in the integrated learning environment of a technical university. Otkrytoye obrazovaniye = Open Education. 2017; 21; 2: 21–28. (In Russ.)

14. Vaynshteyn YU.V., Shershneva V.A., Yesin R.V., Zykova T.V. Adaptation of mathematical educational content in electronic learning resources. Otkrytoye obrazovaniye = Open Education. 2017; 21; 4: 4–12. (In Russ.)

15. XSEDE Seeking Partner Institutions to Offer Course in Applications of Parallel Computing. URL: <https://portal.xsede.org/user-news/-/news/item/6927> (cited: 12.09.19).

16. Semakin A.N. Teaching mathematical analysis to students with hearing impairment at MSTU. N.E. Bauman. Aktual’nyye problemy prepodavaniya matematiki v tekhnicheskome vuze

= Actual problems of teaching mathematics in a technical university. 2018; 6: 231–237. (In Russ.)

17. Sweller J. Cognitive load during problem solving: effects on learning. Cognitive Science. 1988; 1; 12(2): 257–285.

18. Sangwin C. Computer aided assessment of mathematics. Oxford: Oxford University Press; 2013. 185 p.

19. Scagnoli N.I., Choo J., Tian J. Students’ insights on the use of video lectures in online classes. British Journal of Educational Technology. 2019; 50; 1: 399–414.

20. Larkin H.E. “But they won’t come to lectures...” The impact of audio recorded lectures on student experience and attendance. Australasian Journal of Educational Technology. 2010; 26; 2: 238–249.

21. Danielson J., Preast V., Bender H., Hassall L. Is the effectiveness of lecture capture related to teaching approach or content type. Computers & Education. 2014; 72. P. 121–131.

22. Li J., Kizilcec R., Bailenson J., Ju W. Social robots and virtual agents as lecturers for video instruction. Computers in Human Behavior. 2016; 55(B): 1222–1230.

23. Kizilcec R.F., Bailenson J.N., Gomez C.J. The instructor’s face in video instruction: evidence from two large-scale field studies. Journal of Educational Psychology. 2015; 107; 3: 724–739.

24. Chen C.-M., Wu C.-H. Effects of different video lecture types on sustained attention, emotion, cognitive load, and learning performance. Computers & Education. 2018; 80: 108–121.

25. Brecht H.D. Learning from online video lectures. Journal of information technology education: innovations in practice. 2012; 11: 227–250.

26. Chorianopoulos K. A taxonomy of asynchronous instructional video styles. International Review of Research in Open and Distributed Learning. 2018; 19; 1: 294–311.

Сведения об авторе

Артём Николаевич Семакин

к.ф.-м.н., доцент

Московский Государственный Технический
Университет им. Н.Э. Баумана

Москва, Россия

Эл. почта: arte-semaki@yandex.ru

Тел: +7(915) 195-73-05

Information about the author

Artem N. Semakin

PhD in math, assistant-professor

Bauman Moscow State Technical University
Moscow, Russia

E-mail: arte-semaki@yandex.ru

Tel: +7(915) 195-73-05