

Особенности модульно-рейтинговой системы организации преподавания дисциплин профессионального цикла в техническом университете

© Н.Г. Хорькова

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

Проведен анализ модульно-рейтинговой системы организации преподавания в МГТУ им. Н.Э. Баумана дисциплин «Дифференциальная геометрия» и «Дифференциальная геометрия и тензорное исчисление», входящих в вариативную часть профессионального цикла учебного плана по направлениям подготовки «Прикладная математика» и «Техническая физика» соответственно.

Ключевые слова: *модуль, рейтинг, дифференциальная геометрия, компетенции, мультимедийные технологии.*

Введение. Согласно «Положению о модульно-рейтинговой системе в МГТУ им. Н.Э. Баумана», основными целями введения этой системы являются стимулирование работы студентов в течение всего семестра, равномерное распределение учебной нагрузки, снижение роли случайностей при сдаче экзаменов и зачетов, повышение самостоятельности в учебе. Для повышения эффективности контроля знаний студентов каждую учебную дисциплину делят на дисциплинарные модули и проводят регулярную оценку знаний, умений и компетенций студентов, а также формируют рейтинг студентов в течение семестра и всего периода обучения на основе результатов аттестации по конкретным дисциплинам.

Автор статьи [1], отмечая положительные аспекты модульно-рейтинговой системы, указывает, что эта система требует тщательной предварительной настройки, а выбор тех или иных параметров рейтинговой системы по каждой дисциплине зависит от многих факторов.

В настоящей работе рассмотрены некоторые аспекты модульно-рейтинговой системы организации преподавания дисциплин «Дифференциальная геометрия» и «Дифференциальная геометрия и основы тензорного исчисления» в МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Место дисциплин в учебном процессе. Дисциплина «Дифференциальная геометрия» входит в вариативную часть профессионального цикла учебного плана по направлению подготовки «Прикладная математика». Студенты, обучающиеся по специальности «Техническая физика», изучают дисциплину «Дифференциальная геометрия и основы

тензорного исчисления». Необходимость изучения этих дисциплин обусловлена появлением новых направлений подготовки студентов и недостаточностью для этих целей существующих курсов геометрического цикла.

В настоящее время в учебных планах подавляющего большинства специальностей геометрический цикл представлен 10 лекциями по дисциплине «Аналитическая геометрия» и двумя лекциями по дисциплине «Линейная алгебра. Функции многих переменных», что для современного инженера, по мнению автора, недостаточно. Но лишь немногие кафедры (например, «Технологии ракетно-космического машиностроения») включают в учебные планы дисциплины, содержащие элементы дифференциальной геометрии и тензорного исчисления (в настоящее время тензорное исчисление рассматривается как раздел дифференциальной геометрии).

Дифференциальная геометрия — раздел геометрии, в котором геометрические объекты изучают методами математического анализа, и в первую очередь — дифференциального исчисления. Синтез методов, используемых в различных разделах математики, позволяет расширить область геометрического исследования и решать проблемы, первоначально возникшие в других областях математики, а также прикладные задачи. Демонстрация эффективности соединения понятий и методов, изучаемых в различных разделах курса «Высшая математика», очень важна для формирования естественно-научного мировоззрения студентов.

Современная дифференциальная геометрия включает большое число разделов, которые невозможно охватить в рамках одного курса. Выбор тем и объем излагаемого материала определяются потребностями других дисциплин, изучаемых студентами специальностей «Прикладная математика» и «Техническая физика», при этом учитываются пожелания преподавателей, которые руководят курсовыми и дипломными проектами. Содержание курсов меняется в зависимости от указанных обстоятельств, а также под влиянием изменений в учебных планах.

В разные учебные годы в различных объемах излагались следующие темы: теория кривых в пространстве; теория поверхностей в пространстве (первая и вторая квадратичные формы поверхности, главные направления и главные кривизны поверхности, гауссова и средняя кривизны поверхности, линии кривизны, асимптотические линии, геодезические, минимальные поверхности, основные уравнения теории поверхностей); криволинейные системы координат в n -мерном пространстве; элементы римановой (псевдоримановой) геометрии; основы тензорного исчисления (понятия тензора и тензорного поля, алгебраические операции над тензорами); основы тен-

зорного анализа (ковариантное дифференцирование тензорных полей, аффинные связности, параллельный перенос векторов, геодезические, тензор кривизны Римана); исчисление внешних дифференциальных форм, основы общей топологии и теории гладких многообразий.

Структура дисциплины. Особенности проведения занятий. В соответствии с учебными планами в 2014/15 учебном году студенты специальности «Техническая физика» (кафедра «Физика») изучают дисциплину «Дифференциальная геометрия и основы тензорного исчисления» в третьем семестре, а студенты специальности «Прикладная математика» (кафедра «Прикладная математика») — дисциплину «Дифференциальная геометрия» в четвертом семестре. Учебные занятия проводятся в форме лекций, семинаров и контролируемой самостоятельной работы (КСР) студентов под руководством преподавателей. Учебная нагрузка распределена следующим образом: лекции — 34 ч, семинары — 17 ч, КСР — 17 ч (кафедра «Физика»); лекции — 34 ч, семинары — 34 ч, КСР — 17 ч (кафедра «Прикладная математика»). В пятом семестре студенты специальности «Прикладная математика» выполняют курсовую работу.

Содержание дисциплин для специальностей «Прикладная математика» и «Техническая физика» несколько различается, но в обоих случаях изучаемый материал делится на две части: базовую и дополнительную. Принципы такого деления следующие. При изучении базовой части студент должен получить фундаментальные знания, необходимые для дальнейшего обучения. Уверенное владение такими знаниями обязательно для получения минимальной положительной оценки по дисциплине. Знание дополнительной части расширяет профессиональные возможности будущего специалиста. При отборе материала дополнительной части учитывается тематика курсовых и дипломных проектов, выполняемых студентами, а также тематика НИР выпускающей кафедры. Изучение дополнительной части не только позволит студенту получить повышенную оценку, но и поможет включиться в научно-исследовательскую работу. Программой дисциплин должна быть предусмотрена возможность варьирования тематики дополнительной части. Для корректировки содержания дополнительной части дисциплины необходим постоянный контакт преподавателя, ведущего занятия, с преподавателями выпускающих кафедр. Материал дополнительной части необязателен для усвоения всеми студентами в полном объеме.

Такое структурирование курса помогает студенту более осознанно относиться к процессу обучения, реалистично оценивать свои возможности и правильно определять цели обучения. Преподаватель должен поддерживать студента, нацеливать его на повышение уровня знаний, помогать студенту полнее раскрыть его личностный потенциал. Авторы работы [2] подчеркивают, что для гарантии гармонич-

ного существования и развития учебного заведения необходимо заботливо относиться как к сильным, так и к средним студентам и одновременно разумным образом определять высоту планки, характеризующую минимально допустимый уровень обеспечиваемого вузом образования.

Лекции по дисциплинам можно проводить традиционным способом, используя мел (или фломастер) и обычную доску. Однако при изложении геометрического курса преподаватель вынужден тратить много времени на создание рисунков, а также (при изложении некоторых разделов, например, тензорного исчисления) на написание формул. Современные студенты довольно хорошо знакомы с возможностями компьютерных программ. В связи с этим необходимо применять современные компьютерные технологии. Семинары и КСР-занятия по дисциплинам удобно проводить в специализированной аудитории 1011л кафедры «Прикладная математика» с использованием интерактивной электронной доски SmartBoard, а для визуализации геометрических понятий можно применять систему компьютерной алгебры Wolfram Mathematica, хорошо знакомую студентам кафедры «Прикладная математика». Кроме того, при чтении ряда лекций удобно использовать проектор для демонстрации слайдов с формулами или рисунками. Отметим, что модернизация образовательного и научно-исследовательского процессов на основе использования современных информационных технологий предусмотрена Программой развития МГТУ им. Н.Э. Баумана на 2009–2018 гг.

Контрольные мероприятия. Процедура контроля знаний студентов — важная составляющая учебного процесса. Рассмотрим принципы составления заданий для проведения рубежного контроля. Во-первых, необходимо учитывать деление изучаемого материала на базовую и дополнительную части. Рекомендуется разбить задания рубежного контроля на части А и В. Каждая часть должна содержать теоретический вопрос и задачи.

Теоретический вопрос части А следует ставить предельно четко: сформулировать определение понятия (теорему), доказать теорему (понятие и теорема определяются однозначно). Задачи части А близки по уровню к тестовым, все типы задач должны быть заранее известны студентам и разобраны на семинарах или КСР-занятиях. При решении некоторых задач части А студенты могут использовать подготовленный ими самостоятельно справочный материал, «шпаргалку». Например, при решении задачи А2 рубежного контроля № 1 можно пользоваться таким материалом, содержащим формулы из теории кривых.

В теоретическом вопросе части В указана тема, которую надо раскрыть в рамках изложенного курса лекций и с учетом самостоя-

тельной работы студентов. При ответе на этот вопрос во время проведения рубежного контроля студент может консультироваться у преподавателя по объему и структуре ответа. Для решения задачи части В надо привлекать несколько понятий и теорем или применить метод, использовавшийся при решении аналогичных задач на семинарах. Допустимо включение задач повышенного уровня сложности, которые предлагались студентам в качестве текущего домашнего задания, но не разбирались на занятиях. Вся информация о проведении рубежного контроля должна быть доступна студентам.

Представим фрагмент материалов для подготовки к рубежному контролю № 1 «Кривые и поверхности в пространстве», опубликованных на официальном сайте кафедры «Прикладная математика», для студентов специальностей «Прикладная математика» и «Техническая физика».

Образец билета

Часть А

A1. Сформулировать определение первой квадратичной формы поверхности. Вывести формулу для вычисления длины кривой на поверхности.

A2. Вычислить кривизну плоской кривой $x^2 - 2y^2 - 4x + 5 = 0$ в точке $A(1, 1)$.

A3. Составить уравнение касательной плоскости к поверхности $\vec{r} = \{u^2, u \cos v, u \sin v\}$, $u > 0$, $-\pi \leq v \leq \pi$, в точке $P(1, 1, 0)$. Назвать поверхность. Сделать чертеж.

A4. Вычислить угол между кривыми $u = v^2$ и $v = 1$ на поверхности в точке их пересечения, если первая квадратичная форма поверхности имеет вид $I = du^2 + 2uvdudv + dv^2$.

A5. Определить типы точек поверхности $z = x^3 + xy + y^2$.

Часть В

B1. Механический смысл формул Френе. Вектор Дарбу.

B2. Доказать, что геликоид является минимальной поверхностью.

Примечания

1. Для выполнения заданий части А достаточно знания теоретического материала в объеме пунктов, номера которых выделены жирным шрифтом в списке вопросов для подготовки к рубежному контролю № 1.

2. Все типы задач части А содержатся в списках задач (числовые данные, уравнения кривых и поверхностей и т. п. могут быть изменены).

3. Каждое задание оценивается целым числом баллов. Максимальное число баллов за каждое задание части А — 4, части В — 6.

Максимально возможное число баллов за рубежный контроль № 1 — 32. Минимальное зачетное число баллов за рубежный контроль № 1 — 20.

4. Срок проведения рубежного контроля — девятая неделя семестра.

Далее приведены вопросы для подготовки к рубежному контролю № 1. Например, задачи А4 в билете могут быть следующих типов.

Задача А4

1. Вычислить первую квадратичную форму поверхности $\vec{r} = \{v \cos u, v \sin u, v\}$.

2. Вычислить первую квадратичную форму поверхности $x^2 - z^2 + 2y = 0$.

3. Вычислить первую квадратичную форму поверхности $x^2 - z^2 + 2y = 0$ в точке $P(0, 2, 2)$.

4. Первая квадратичная форма поверхности имеет вид $ds^2 = (v^2 + 1)du^2 + dv^2$. Найти угол между кривыми $2v = u^2$ и $u = 2$ в точке их пересечения.

5. Вычислить угол между касательными векторами $\vec{\xi}$ и $\vec{\eta}$ к поверхности S в точке P , если первая квадратичная форма поверхности имеет вид $I = du^2 + 2uvdudv + dv^2$, $\xi = (-1, 2)$, $\eta = (1, 2)$, $P(3, 4)$, $\xi = (1, 2)$.

При составлении заданий для проведения контрольных работ, рубежного контроля и т. п. следует учитывать изменение статуса этих мероприятий. До введения модульно-рейтинговой системы организации учебного процесса после выполнения всех контрольных мероприятий студент допускался к экзамену или зачету, и его итоговой оценкой по дисциплине была оценка за экзамен (зачет). В новых условиях каждое контрольное мероприятие вносит свой вклад в итоговую оценку. Для проведения контрольного мероприятия в различных группах потока в разное время необходимо иметь несколько комплектов заданий. Каждый год материалы должны обновляться. Таким образом, нагрузка на преподавателей увеличивается. Для решения этой проблемы там, где возможно, разумно использовать методики автоматической генерации задач (см., например, [3]).

Методическое обеспечение дисциплины. Цель издания пособий и других учебно-методических материалов — обеспечить преподавание модулей дисциплины на современном уровне. В пособиях теоретический материал должен быть изложен в объеме, предусмотренном учебной программой. Изложение теории должно сопровождаться разбором достаточного числа примеров и упражнениями, выполнение которых поможет студентам усвоить материал. В пособие следует включать список задач, достаточный для проведения семинаров по

изучаемому разделу курса, выполнения текущих домашних заданий и подготовки к контрольным мероприятиям, а также вопросы и задания для самоконтроля.

В пособиях должна быть подробно, с доказательствами всех утверждений, изложена базовая часть. Это даст возможность лектору опускать некоторые технические детали, оставляя их для самостоятельной проработки студентами, и уделять больше внимания обсуждению сложных тем и разбору примеров, демонстрирующих приложения теоретического материала. Такие примеры могут отсутствовать в пособии, и студенты получают стимул к посещению лекций. Некоторые утверждения, не входящие в базовую часть, можно привести без доказательств. Изложение доказательств на лекции в этом случае будет тренировкой студентов к восприятию новой информации (например, на научных конференциях), еще нигде не опубликованной, и стимулом к самостоятельной работе с учебной и научной литературой.

Желательно, чтобы все учебно-методические материалы по дисциплинам были оформлены в едином стиле. Стандартом издания научной и учебной литературы по математике в настоящее время является издательская система TeX, принятая в ведущих российских и зарубежных издательствах. Файлы статей, учебников, монографий, подготовленные в этой системе, не содержат вирусов, в отличие от файлов, созданных с использованием других программ, например Microsoft Word. В МГТУ им. Н.Э. Баумана с 1996 г. издается серия учебных пособий «Элементы дифференциальной геометрии и топологии», подготовленная с использованием системы TeX (см., например, [4, 5]).

Выводы и рекомендации

1. Модульно-рейтинговая система при соответствующей организации учебного процесса не снижает качество знаний студентов.

2. Материал дисциплин профессионального цикла, изучаемых на младших курсах, следует разделить на две части: базовую и дополнительную. Изучение базовой части обеспечивает студента базовыми знаниями, необходимыми для дальнейшего обучения. Знание материала базовой части обязательно для получения минимальной положительной оценки по дисциплине. Изучение дополнительной части даст возможность студенту не только получить повышенную оценку, но и включиться в научно-исследовательскую работу выпускающей кафедры. Программа дисциплины должна позволять варьировать тематику дополнительной части. Для корректировки курса необходим постоянный контакт преподавателя, ведущего занятия, с преподавателями выпускающих кафедр.

3. Преподавание дисциплины должно быть обеспечено учебно-методическими материалами, содержащими необходимый и достаточный для самостоятельной проработки материал базовой части

курса и способствующими развитию навыков самообразования при изучении дополнительной части. Необходима ежегодная подготовка комплектов заданий для проведения всех видов контроля знаний. Число вариантов должно зависеть от числа студентов, обучающихся на потоке (курсе). Подготовка таких материалов увеличивает нагрузку на преподавателей.

4. Наличие недифференцированного зачета снижает интерес студентов к оценкам (баллам) за текущие контрольные мероприятия, так как большинство студентов не видят, как влияет число набранных баллов на их дальнейшее обучение, и настроены на получение лишь минимально необходимого для зачета числа баллов. Поэтому следует оставить две формы промежуточной аттестации: экзамен или дифференцированный зачет.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Соболев С.К. Рейтинговая система оценки знаний: общие принципы и выбор параметров. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2014, вып.1 (25). URL: <http://engjournal.ru/articles/1191/1191.pdf> (дата обращения 28.03.2015).
- [2] Садовничий В.А., Белокуров В.В., Сушко В.Г., Шикин Е.В. *Университетское образование: приглашение к размышлению*. Москва, Изд-во Моск. ун-та, 1995.
- [3] Коновалов Я.Ю., Соболев С.К., Ермолаева М.А. Методические аспекты автоматической генерации задач по линейной алгебре. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 5. URL: <http://engjournal.ru/catalog/pedagogika/hidden/740.html> (дата обращения 16.01.2015).
- [4] Хорькова Н.Г. *Элементы дифференциальной геометрии и топологии. Риманова геометрия и тензорный анализ*. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005, 84 с.
- [5] Хорькова Н.Г., Чередниченко А.В. *Элементы дифференциальной геометрии и топологии. Кривые в пространстве*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007, 48 с.

Статья поступила в редакцию 05.12.2014

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Хорькова Н.Г. Особенности модульно-рейтинговой системы организации преподавания дисциплин профессионального цикла в техническом университете. *Гуманитарный вестник*, 2015, вып. 4.

URL: <http://hmbul.bmstu.ru/catalog/edu/pedagog/231.html>

Хорькова Нина Григорьевна — канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры «Прикладная математика» МГТУ им. Н.Э. Баумана. e-mail: ninakhorkova@yandex.ru

Features of the module-rating system of teaching the professional cycle disciplines at a technical university

© N.G. Khorkova

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

The experiment on introduction of the module-rating system for junior courses at BMSTU is considered to be successful. After adoption the new standard regulating the procedure of current advancement control and intermediate attestation, the module-rating technology will become mandatory in studies of all subjects. Studying the disciplines of professional cycle, aimed at forming a number of professional competences, must have its own characteristics. The paper analyzes the module-rating system of the organization of teaching the disciplines "Differential Geometry" and "Differential Geometry and tensor calculus" which are variable parts of the curriculum of professional cycle "Applied Mathematics" and "Technical Physics" in BMSTU.

Keywords: module, rating, differential geometry, competence, multimedia technology

REFERENCES

- [1] Sobolev S.K. *Inzhenernyi zhurnal: nauka i innovatsii — Engineering Journal: Science and Innovations*, 2014, no. 1(25). Available at: <http://engjournal.ru/articles/1191/1191.pdf> (accessed 28.03.2015).
- [2] Sadovnichiy V.A., Belokurov V.V., Sushko V.G., Shikin E.V. *Universitetskoe obrazovanie: priglashenie k razmyshleniyu* [University Education: an Invitation to Reflection]. Moscow, MGU Publ., 1995, 351 p.
- [3] Konovalov Ya.Yu., Sobolev S.K., Ermolaeva M.A. *Inzhenernyi zhurnal: nauka i innovatsii — Engineering Journal: Science and Innovations*, 2013, no. 5. Available at: <http://engjournal.ru/catalog/pedagogika/hidden/740.html> (accessed 28.03.2015).
- [4] Khorkova N.G. *Elementy differentsialnoy geometrii i topologii. Rimanova geometriya i tenzornyy analiz* [Elements of Differential Geometry and Topology. Riemann Geometry and Tensor Analysis]. Moscow, BMSTU Publ., 2005, 84 p.
- [5] Khorkova N.G., Cherednichenko A.V. *Elementy differentsialnoy geometrii i topologii. Krivyye v prostranstve* [Elements of Differential Geometry and Topology. Curves in Space]. Moscow, BMSTU Publ., 2007, 48 p.

Khorkova N.G., candidate of sciences (Phys. & Math.), associate professor at the Department of Applied Mathematics at Bauman Moscow State Technical University. e-mail: ninakhorkova@yandex.ru