

ПРОСКУРЯКОВА Л.К.

кандидат педагогических наук, доцент, Академия
ФСО России

МОРОЗОВА Н.Н.

кандидат физико-математических наук, доцент,
Академия ФСО России

E-mail: natalia_n_morozova@mail.ru

PROSKOURYAKOVA L.K.

Candidate of Pedagogics, Associate Professor, The
Federal Guard Service Academy

MOROZOVA N.N.

Candidate of physico-mathematical sciences, Associate
Professor, The Federal Guard Service Academy

E-mail: natalia_n_morozova@mail.ru

ОРГАНИЗАЦИЯ РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ РАЗВИТИЯ СПОСОБНОСТЕЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ К ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

ORGANIZATION OF BOUNDARY CONTROL OF THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' RESEARCH ABILITIES WHILE STUDYING MATH DISCIPLINES

Компетенции, которыми должен овладеть выпускник технического вуза, включают в себя широкий перечень способностей к исследовательской деятельности как значимой составляющей его предстоящей профессиональной деятельности. В статье предложены подходы к организации рубежного контроля по математическим дисциплинам, позволяющие оценить не только уровень собственно математической подготовки, но и сформированности способностей исследовательского характера у обучающихся.

Ключевые слова: способности к исследовательской деятельности, компетенции, рубежный контроль, критерии оценивания контрольных заданий.

Competences, which a technical college graduate must acquire, include a wide range of research capabilities as an important part of their future professional activity. The article presents approaches to organization of the boundary control at mathematical disciplines to assess not only the level of the students' actual mathematical training, but their research character formation as well.

Keywords: research capabilities, competences, boundary control, criteria for control tasks assessment.

Современный этап развития мировой цивилизации характеризуется бурными темпами научно-технического прогресса, сопровождающимся возникновением новых областей знаний; растущим числом открытий, ведущих к кардинальным изменениям в жизни общества; быстрой сменой технологий; постоянным увеличением объема и роли информации. Все это обуславливает изменение требований к уровню подготовки специалистов в системе высшего образования, актуализирует педагогические технологии, ориентированные на максимальную реализацию личностного потенциала и развитие творческих способностей обучающихся.

Требования общества, выраженные в профессиональных стандартах специалиста, компетентностных моделях выпускника вуза, Государственных образовательных стандартах высшего образования [1], определяют необходимость формирования и развития исследовательских компетенций будущего специалиста.

Анализ рабочих программ, предназначенных для организации в техническом вузе образовательного процесса по математическим дисциплинам в условиях реализации компетентностного подхода, позволяет сделать вывод о том, что одной из ведущих целевых установок их изучения является формирование у обучающихся таких общекультурных и профессиональных компетенций, как:

– способность владеть культурой и логикой мышления, обобщения, анализа, критического осмысления, систематизации, прогнозирования, постановки исследовательских задач профессиональной деятельности и выбора путей их достижения на основании принципов научного познания;

– способность логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь на русском языке, создавать и редактировать тексты профессионального назначения, публично представлять собственные и известные научные результаты, вести дискуссии;

– способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения;

– способность осуществлять сбор, обработку, анализ научно-технической информации и систематизировать ее в сфере профессиональной деятельности, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии;

– способность применять математический аппарат, в том числе с использованием вычислительной техники, для решения профессиональных задач;

– способность применять математический аппарат, в том числе с использованием вычислительной техники, для решения профессиональных задач;

– способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

– способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для получения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, развития социальных и профессиональных компетенций.

Перечисленные способности составляют основу и обеспечивают успешность исследовательской деятельности как важной составляющей предстоящей работы, что определяет необходимость их целенаправленного развития в процессе подготовки современного специалиста. В связи с этим появилась потребность разработки соответствующих форм и методов организации математической подготовки, реализация которых обеспечила бы обучающимся возможность успешного овладения не только собственно математическими знаниями, умениями, навыками, но и требуемыми компетенциями. Как следствие, встала задача создания нового и корректировки существующего диагностического аппарата в целях обеспечения мониторинга процесса формирования и последующего развития заявленных компетенций. Поскольку результаты освоения всех модулей дисциплины в совокупности позволяют судить об успешности изучения курса в целом, и отдельный модуль представляет собой логически законченную содержательно емкую единицу, соответствующую достаточно продолжительному этапу изучения дисциплины, то именно итоги рубежного контроля (по завершению модуля), при соответствующей его организации, могут служить весомой показательной характеристикой, обеспечивающей необходимую информацию о качестве обучения в динамике. В связи с этим актуализируется проблема специального содержательного наполнения рубежных контрольных работ как средства мониторинга не только усвоения математического аппарата данного модуля, но и процесса развития общекультурных и профессиональных компетенций. Помимо заданий традиционного содержания, составляющих базовую часть контрольной работы и нацеленных на проверку собственно математических знаний, умений и навыков в контрольную работу целесообразно включать нестандартные задания проблемного, теоретического характера, на формализацию, классификацию, установление логических взаимосвязей, соответствия между элементами множеств, индуктивное обобщение, выбор рациональных методов решения, структурирование процесса решения, прогнозирование, анализ и критическую оценку полученных результатов и т.п. Содержание подобных заданий, прежде всего, нацелено на выявление уровня сформированности и, вместе с тем, на развитие у обучающихся способностей исследовательского характера.

Примерами таких заданий являются:

1. Запишите с использованием символов математической логики следующее определение предела функции: «Число a называется *пределом функции* $f(x)$ при условии, что аргумент x стремится к точке x_0 , если для любого положительного числа ε существует зависящее от ε положительное число δ такое, что для всех точек x из множества X , на котором определена функция, удовлетворяющих неравенству: модуль разности $x - x_0$ больше 0 и меньше δ , – соответствующие значения функции удовлетворяют неравенству: модуль разности между значениями функции $f(x)$ и числом a меньше ε .

2. Приведите текстовую формулировку теоремы, представленной в символьном виде:

$$\left. \begin{array}{l} \bar{a}, \bar{b} \neq \bar{0}. \\ \bar{a} \perp \bar{b} \end{array} \right\} \Leftrightarrow \bar{a} \cdot \bar{b} = 0.$$

3. Представьте в максимально формализованном виде доказательство признака Лейбница (достаточного признака сходимости знакочередующегося ряда).

4. Изложите алгоритм исследования на экстремум функции двух переменных и согласно этому алгоритму проведите исследование функции $f(x, y) = x^3 + xy^2 + 6xy$.

5. Используя метод математической индукции, докажите справедливость числового соотношения на множестве натуральных чисел для $n \geq 2$:

$$\left(1 - \frac{1}{4}\right) \left(1 - \frac{1}{9}\right) \left(1 - \frac{1}{16}\right) \dots \left(1 - \frac{1}{n^2}\right) = \frac{(n+1)}{2n}.$$

6. Справедлива формула Шеннона $C' = F \log_a \left(1 + \frac{P_c}{N_0 F}\right)$ для пропускной способности C'

непрерывного канала связи с белым гауссовским шумом. F – полоса частот сигнала ($F \rightarrow \infty$), P_c – мощность полезного сигнала на входе канала связи, N_0 – односторонняя (на положительных частотах) спектральная плотность мощности шума (P_c, N_0 – постоянные величины). Вычислите предел $\lim_{F \rightarrow \infty} C'$. Дайте практическую оценку полученного результата. Постройте график функции $C' = f(F)$.

7. Установите соответствие между элементами двух множеств, представленных в таблицах 1 и 2:

Таблица 1.

Неопределенные интегралы

1)	$\int \frac{dx}{1+\sqrt{x}}$
2)	$\int x^2 \sin x dx$
3)	$\int x \ln 4x dx$
4)	$\int xe^{x^2} dx$
5)	$\int \sqrt{1-x^2} dx$

6)	$\int (\sqrt{x} - 4e^{2x}) dx$
7)	$\int \frac{dx}{1+tgx}$
8)	$\int e^x \cos x dx$
9)	$\int \frac{\sin x dx}{2 \cos x - \sin x}$
10)	$\int \frac{dx}{x\sqrt{3x^2 - 2x - 1}}$

Таблица 2.

Методы интегрирования

а)	непосредственное интегрирование;
б)	по свойству инвариантности формул интегрирования;
в)	заменой переменной;
г)	по частям.

8. Постройте с помощью аппарата теории обыкновенных дифференциальных уравнений математическую модель процесса изменения заряда на обкладках конденсатора с емкостью C , если он включен последовательно с катушкой индуктивности L и активным сопротивлением R при условии отсутствия внешнего источника тока. Спрогнозируйте характер изменения заряда на обкладках конденсатора. Используя математическую модель, получите закон изменения заряда, проведите его анализ и проверьте выдвинутое ранее предположение.

9. Укажите возможные методы решения системы уравнений:

$$\begin{cases} -4x_2 + 4x_3 - 4x_4 = -7, \\ x_2 - x_4 = -2, \\ -3x_2 + 5x_3 - 4x_4 = -7, \\ x_1 + x_2 - x_3 + x_4 = 4. \end{cases}$$

Выполните решение наиболее рациональным способом. Оцените правильность полученного результата.

10. Вычислите заряд цилиндрического тела с радиусом основания R и высотой H , если плотность распределения заряда в каждой точке тела пропорциональна расстоянию от точки до оси симметрии тела.

11. Укажите возможный признак исследования на сходимость числового ряда и исследуйте ряды №№ 2, 5, 7, 12, 14:

1) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3n^2}{n^3 + 1}$; 2) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3n-1}{5n+3}$; 3) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^3}{5^n}$;

4) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^{n-1}}{2n}$ 5) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n!}{4^{n+1}}$; 6) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n\sqrt{\ln n}}$;

7) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n - 1}$; 8) $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{n}{2n+1}\right)^n$; 9) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^{n^2-1}}{2^{n^2}\sqrt{n}}$;

10) $2 + \frac{3}{2} + \frac{4}{3} + \dots + \frac{n+1}{n} + \dots$; 11) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2 + 2n + 3}$;

12) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^{n^2}$; 13) $2 + \frac{2^2}{2^{10}} + \frac{2^3}{3^{10}} + \dots + \frac{2^n}{n^{10}} + \dots$;

14) $\frac{1}{2 \ln 2} + \frac{1}{3 \ln 3} + \frac{1}{4 \ln 4} + \dots$;

15) $2, 1 + (2,1)^2 + (2,01)^3 + (2,01)^4 + \dots$.

В качестве примера компоновки заданий рубежных проверочных работ приведем один из вариантов контрольной работы по теме «Обыкновенные дифференциальные уравнения». Вариант наряду с традиционными для такой контрольной работы содержит задания на классификацию и моделирование, выполнение которых дает возможность обучающимся реализовать сформированные умения исследовательского характера, а преподавателю проконтролировать эти умения.

1. Классифицируйте дифференциальные уравнения и укажите метод решения уравнений каждого класса.

1) $\ln x dx + \frac{xdy}{y-1} = 0$; 2) $y' = e^{\frac{y}{x}}$;

3) $xdy = (y+x^2)dx$; 4) $y'' + y = \sin x$;

5) $x^2 y'' + xy' = 1$; 6) $(x^2 + 1)y' + 4xy - 3 = 0$;

7) $2yy'' - (y')^2 = 0$; 8) $(e^x - 1)y'' - e^x y' = 0$;

9) $y'' - 6y' + 9y = 0$; 10) $y'' - 3y' + 2y = xe^x$;

11) $x^2 y^2 y' + xy^3 = 1$; 12) $\frac{dx}{dy} + \frac{2}{y} + 2 = 0$;

13) $(y + \sqrt{x^2 + y^2})dx - xdy = 0$;

14) $y'' + 4y' = x^2$; 15) $y''' - \sqrt{1+x} = 0$;

16) $(xy + y)y' = y + 4$;

2. Найдите общее решение дифференциальных уравнений №№ 7, 10.

3. Для дифференциального уравнения № 6 найдите частное решение, удовлетворяющее начальному условию: $y(0) = 0$.

4. Запишите общее решение дифференциального уравнения

$$4y^{(4)} + y^{(2)} = 3xe^x + \sin \frac{x}{2} + 4x^2 + 1,$$

не вычисляя неопределенных коэффициентов.

5. Дан $R-L$ – контур, содержащий источник тока с э.д.с. $E = 15 \sin 3t$ (В). Установите закон изменения силы тока $i = i(t)$ в контуре, если $R = 800$ Ом, $L = 5$ мГн. Оцените полученный результат с физической точки зрения.

В целях повышения информативной емкости оценки результатов изучения каждого модуля дисциплины

в дополнение к традиционно выставляемой по контрольным работам количественной четырехбалльной «2»–«5» оценке предлагается проводить качественную, в известной мере, невербальную оценку даже типовых заданий этих рубежных проверочных работ согласно разработанному набору *критериев*.

Для оценки выполнения обучающимися отдельных *типовых* заданий проверочной работы могут использоваться следующие критерии:

1.1. Правильная классификация контрольного задания.

1.2. Адекватность выбора метода решения.

1.3. Рациональность метода решения.

1.4. Исходная корректность реализации верно выбранного метода.

Умение правильно осуществлять начальные смысловые этапы решения предложенной задачи свидетельствуют о способности обучающегося анализировать условие задачи и возможные варианты ее решения, критически осмысливать их, прогнозировать результат решения, систематизировать необходимый для его получения математический аппарат.

1.5. Знание требуемого для выполнения задания понятийного и формульного материала.

1.6. Аргументированность пошагового выполнения операций.

Такое умение демонстрирует достаточно глубокое, гибкое, осознанное владение теоретическим материалом, понимание существа выполняемых математических операций.

1.7. Культура математических преобразований и вычислений.

1.8. Владение знаниями школьного курса математики или ранее изученных разделов курса высшей математики.

1.9. Умение делать необходимые выводы.

1.10. Правильное, логически последовательное оформление процесса решения, культура письменной речи.

1.11. Корректное выполнение необходимой графической иллюстрации или чертежа.

1.12. Самоконтроль результатов проведенного решения.

Очевидно, что применительно к некоторым заданиям может отсутствовать необходимость использования всех перечисленных критериев. Однако компоновка вариантов рубежных проверочных работ должна предполагать реализацию одинакового набора этих критериев для проверки соответствующих заданий вариантов с тем, чтобы при проведении контрольных мероприятий по возможности максимально обеспечить обучающимся одинаковые условия.

По такой совокупности критериев оценивается, например выполнение контрольных заданий по модулям: «Векторная алгебра», «Теория пределов», «Неопределенный интеграл», «Числовые ряды».

Для оценки результатов выполнения *проблемных* математических заданий используются те же базовые

критерии 1.1 – 1.12, но особенно значимы такие из них, как правильная классификация задания, адекватность и рациональность выбранного метода решения, исходная корректность его реализации. При этом дополнительно к базовым критериям применяются критерии:

2.1. Умение при необходимости синтезировать базовые знания.

2.2. Умение применять изученные методы в нестандартных ситуациях.

2.3. Умение генерировать новые знания, необходимые для выполнения предложенного задания.

В дополнение к обязательным заданиям контрольной работы рекомендуется, по возможности, включать в вариант задачу прикладного, междисциплинарного содержания, решение которой востребует умение применять математический аппарат для моделирования реальных процессов и предполагает владение обучающимся определенными знаниями из соответствующей смежной области [2]. В связи с этим для обеспечения продуктивной подготовки к выполнению таких заданий обучающимся заблаговременно выдается подборка задач аналогичного содержания.

Специфика и определенная оригинальность практико-ориентированных заданий предполагает при проверке их выполнения, прежде всего, акцент на проявление обучающимися способностей исследовательского характера, что обуславливает целесообразность отдельного оценивания таких заданий по следующим критериям:

3.1. Корректность выбора необходимого для моделирования математического аппарата.

3.2. Адекватность построенной математической модели реальному содержанию предложенной прикладной задачи.

3.3. Правильность решения полученной абстрактной математической задачи.

3.4. Умение интерпретировать на языке предметной области результат решения собственно математической задачи.

3.5. Умение оценить адекватность полученного результата содержанию прикладной задачи и сделать необходимые выводы.

При оценке контрольной работы учитывается также уровень мотивации учебно-познавательной и, в частности, исследовательской деятельности обучающегося, в соответствии с проявляемым им стремлением выполнять математические задания проблемного и междисциплинарного содержания.

В силу того, что творческая исследовательская деятельность предполагает уверенное владение базовым математическим аппаратом, обязательным условием признания успешного выполнения контрольной работы является правильное выполнение ее базовой части.

Предлагаемые критерии позволяют не только оценить уровень освоения обучающимися контролируемого раздела дисциплины, но и выявить степень успешности реализации развивающей функции математического образования в аспекте совершенствования

математической культуры обучающихся, как интегративного показателя качества математической подготовки и динамики формирования представленных в программах математических дисциплин компетенций применительно к отдельно взятому обучающемуся.

Уровни овладения обучающимися соответствующими знаниями, умениями, компетенциями оцениваются по четырехбалльной шкале:

0 – отсутствие контролируемого компонента в багаже предметно-познавательной подготовки обучающегося;

1 – имеются пробелы в освоении этого компонента учебно-познавательной деятельности;

2 – продемонстрировано достаточно уверенное владение контролируемым компонентом;

3 – контролируемый компонент освоен в полной мере.

Для удобства анализа и статистической обработки результатов выполнения обучающимися проверочных работ целесообразно получаемые сведения фиксиро-

вать в соответствующей таблице, которая составляется персонально для каждого обучающегося.

Результаты выполнения учебной группой рубежной проверочной работы заносятся в сводную таблицу, в которой аккумулируются сведения по итогам всех контрольных работ за учебный год. Анализ и систематизация данных, представленных в такой таблице, позволяет судить о динамике формирования и развития соответствующих умений, способностей обучающихся и, как следствие, заявленных в программе компетенций.

Подобная методика организации и оценки проверочных работ позволяет получить детализированные многоаспектные данные о динамике освоения математических дисциплин и формирования компетенций исследовательского характера. Это дает возможность выстроить эффективную адекватную аналитико-коррекционную работу и наметить индивидуальные траектории учебно-познавательной деятельности и личностного развития обучающихся.

Библиографический список

1. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 785 от 22.12.2009 (в ред. Приказов Минобрнауки РФ от 18.05.2011 № 1657, от 31.05.2011 № 1975).

2. Морозова Н.Н., Проскурякова Л.К. Формирование профессиональных компетенций в ходе изучения математики в техническом вузе и мониторинг этого процесса // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия «Естественные, технические и медицинские науки»: научный журнал. 2014. №6(62). С. 31–36.

References

1. The order of the Russian Federation Education and Science Ministry dated 22.12.2009 № 785 (in redaction of the Russian Federation Education and Science Ministry dated 18.05.2011 № 1657, 31.05.2011 № 1975)

2. Morozova N. N., Proskuryakova L. K. Formation of professional competences during Mathematics study in a technical higher educational institution and the process monitoring // Orel State University Scientific Notes. The series “Natural, technical and medical science”: Scientific journal. 2014. № 6 (62). Pp. 31-36.