

УДК 51.74

Виноградова Юлия Александровна,

старший преподаватель;

Иванова Оксана Константиновна,

доцент, канд. физ.-мат. наук;

Яновская Елена Александровна,

доцент, канд. техн. наук,

ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»,

г. Москва, Россия

ИЗУЧЕНИЕ ТЕМЫ «ЧИСЛОВЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЯДЫ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В статье на примере темы «Числовые и функциональные ряды» показано применение новых информационных технологий в обучении; приведены примеры различных способов проведения занятий (лекций, семинаров) дистанционно.

Ключевые слова: дистанционное обучение, ряды, электронные средства обучения, новые образовательные технологии

Согласно федеральным государственным образовательным стандартам (ФГОС ВО) каждый обучающийся в течение всего периода обучения должен быть обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к одной или нескольким электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам) и к электронной информационно-образовательной среде организации. Электронно-библиотечная система (электронная библиотека) и электронная информационно-образовательная среда должны обеспечивать возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории организации, так и вне её.

Электронно-образовательная среда в ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН» начала внедряться с 2015 года. В течение этих лет сотрудниками и преподавателями Университета была проделана огромная работа по насыщению ее электронными учебно-методическими комплексами дисциплин.

Цель исследования. В данной работе авторы показывают, как на примере изучения раздела «Числовые и функциональные ряды» осуществлялось дистанционное взаимодействие со студентами 2 курса, обучающимися по направлениям 27.03.01 «Стандартизация и метрология» и 27.03.02 «Управление качеством».

Материал и методы исследования. Надо сказать, что тема «Числовые и функциональные ряды» является одной из сложнейших тем для восприятия студентами второго курса. Для устранения трудностей с изучением данной темы сотрудниками кафедры прикладной математики вуза были изданы учебные пособия [1–3]. Здесь надо отметить, что если раньше эти пособия студенты использовали как вспомогательные и дополнительные источники знаний, то в условиях дистанционного обучения пособия стали незаменимыми в образовательном процессе. Все пособия доступны как в Электронно-образовательной среде (ЭОС) вуза, так и в электронной библиотечной системе. Поэтому нет никаких трудностей обеспечить студентам доступ к указанным пособиям.

Далее авторы статьи предлагают к рассмотрению способы проведения лекционных и семинарских занятий. В соответствии с новыми условиями работы были разработаны рекомендации по проведению занятий. Приоритетной площадкой взаимодействия преподавателя с обучающимися является ЭОС. При проведении лекции в ЭОС создаётся форум, в котором делается объявление, когда и в каком формате будет идти лекция. Для лекционных занятий используются сторонние платформы проведения видеоконференций с возможностями демонстрации экрана и ведения записи трансляции. В режиме демонстрации экрана студентам транслируется электронная презентация лекции с пояснениями, а также транслируется виртуальная доска, на которой преподаватель разбирает решение различных примеров. Надо отметить, что современные виртуальные доски дают возможность не только записывать примеры, но и строить геометрические фигуры. Встроенный в платформу для видеоконференций чат позволяет

студентам в случае непонимания оперативно задавать вопросы преподавателю. Таким образом, если в реальной аудитории обучающийся с последней парты мог не решиться задать вопрос, то в режиме дистанционного обучения любой студент спокойно пишет и задаёт свой вопрос. Также надо отметить, что посещаемость дистанционных лекций увеличилась примерно на 30%. Это обусловлено тем, что для прослушивания лекции студенту не надо никуда ехать и даже не обязательно вставать с дивана, а достаточно включить компьютер и нажать на ссылку, по которой ведется трансляция лекции.

Ссылка на запись трансляции лекции обязательно выкладывается в ЭОС, поэтому те, кто по каким-либо причинам отсутствовал на лекции или пропустил какой-либо момент, может просмотреть ещё раз все материалы.

Семинарские занятия в дистанционном формате проходят примерно также, как и лекционные. Различие в том, что тут студенты имеют доступ к виртуальной доске и могут сами решать задачи, то есть во время семинаров идет имитация выхода к реальной доске. Понимая, что в любой момент студент может оказаться у доски, он очень внимательно следит за ходом семинара.

По окончании изучения различных признаков сходимости для рядов с неотрицательными членами, студент не способен понять, какой признак при каком условии применяется. Для систематизации признаков студенту предлагается выбрать соответствующий признак для следующих рядов:

$$1) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n\sqrt[3]{n+1}};$$

$$5) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n!}{10^n};$$

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

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

$$6) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(n+2)^{n^2}}{n^2 3^n};$$

$$10) \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{n+2}{n-3} \right)^n.$$

$$3) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos^2 n}{n\sqrt{n}};$$

$$7) \sum_{n=2}^{\infty} \frac{1}{n \ln^2 n};$$

$$4) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^n}{n^3};$$

$$8) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt[3]{n}}{2n^2-1};$$

При изучении каждого конкретного признака сходимости мы рассматриваем примеры исследования рядов именно по указанному признаку. Но если ряды даны «вразнобой», как указано выше, то возникает множество трудностей с подбором признака. Например: на первый взгляд задания 9) и 10) – идентичные и исследуются по радикальному признаку Коши, но в примере 10) $\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{a_n} = 1$, а это значит, что требуется дополнительное условие. Вспомнить о существовании достаточного условия расходимости зачастую бывает очень сложно для студента.

Вообще, тема «Числовые и функциональные ряды» дает огромные возможности для развития оригинального мышления, для формирования основных мыслительных операций: анализа, синтеза, сравнения, абстракции, конкретизации, обобщения и др. [4].

Процесс приобретения указанных операций рассмотрим *на примере*:

Исследовать ряд на абсолютную и условную сходимость $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin n}{3^n + 1}$.

Для исследования ряда на абсолютную и условную сходимость необходимо первоначально составить ряд из абсолютных величин членов данного ряда. Такой ряд выглядит следующим образом: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{|\sin n|}{3^n + 1}$. Это ряд с неотрицательными членами. Исследуем его по признаку сравнения. Сравним

ряд из модулей с рядом $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{3^n + 1}$.

$$\frac{|\sin n|}{3^n + 1} \leq \frac{1}{3^n + 1} < \frac{1}{3^n}.$$

Вопрос о сходимости ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{3^n}$ можно решить разными способами. Во-первых, это ряд из членов геометрической прогрессии со знаменателем, меньшим единицы. Значит, он сходится. Или можно исследовать этот ряд по радикальному признаку Коши $\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{a_n} = \frac{1}{3}$, то есть ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{3^n}$ сходится. А из

сходимости большего ряда следует сходимость меньшего, значит, ряд из модулей сходится по признаку сравнения, а, следовательно, исходный ряд сходится абсолютно. Таким образом имеем методический прием обобщения через сравнение.

Решение вопроса о проведении текущей аттестации студентов.

Электронно-образовательная среда вуза позволяет в качестве оценки качества полученных знаний создать тесты по разделам дисциплины. И если раньше в процессе обучения тесты по теме «Числовые и функциональные ряды» использовали только как способ подготовки к контрольной работе, то сейчас перед преподавателями встала задача подготовки серьёзного тестирования на несколько вариантов с применением выбора случайных вопросов из соответствующих категорий. Многие преподаватели – противники проведения аттестации в форме теста. Но современные образовательные технологии позволяют насытить тест вопросами не только с выбором правильного ответа, но и с вводом правильного ответа. Да и потом, выбор правильного ответа можно сделать не очевидным и запутанным, чтобы исключить возможность угадывания. На выполнение теста также можно сделать ограничение по времени, таким образом исключив для студентов возможность переписываться друг с другом в поисках правильных ответов. Конечно, в тесте по рядам вариантов ответа не так много: либо ряд сходится, либо нет. Опять же перед нами стоит задача исключить случайное попадание в правильный ответ.

Варианты тестовых вопросов приведены на рис. 1.

<p>Вопрос 7</p> <p>Пока нет ответа</p> <p>Балл: 1,00</p> <p>Отметить вопрос</p> <p>Редактировать вопрос</p>	<p>Указать сходящийся ряд среди рядов</p> <p>Выберите один ответ:</p> <p><input type="radio"/> $\sum \frac{1}{n\sqrt{\ln n}}, n = 2, 3, \dots$</p> <p><input type="radio"/> $\sum \frac{1}{n \ln n}, n = 2, 3, \dots$</p> <p><input type="radio"/> $\sum \frac{1}{n \ln^2 n}, n = 2, 3, \dots$</p>
---	---

Вопрос 11	Какой из рядов сходится по признаку сравнения?
Пока нет ответа	Выберите один ответ:
Балл: 1,00	<input type="radio"/> ряда, сходящегося по признаку сравнения, не представлено
Отметить вопрос	<input type="radio"/> $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{n^3+2}$
Редактировать вопрос	<input type="radio"/> $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^n}{n!}$
	<input type="radio"/> $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2}{\sqrt{n^5+1}}$

Рисунок 1 – Примеры вопросов теста «Ряды»

Помимо прохождения теста студентам рекомендуется сфотографировать своё рукописное решение каждой задачи и выложить его в Электронно-образовательную среду, что опять же сводит к минимуму возможность угадывания правильного ответа.

Проведение экзамена в дистанционном формате также вызывает ряд вопросов. Решением можно предложить генерацию билета в Электронной образовательной среде. Билет состоит из 7 вопросов, каждый из которых выбирается случайным образом из соответствующих категорий. Исключается возможность попадания одинаковых вопросов двум студентам, если каждая категория состоит из большого числа вопросов. В нашем случае каждая из 7 категорий содержит 23 вопроса. Решение каждого задания в письменном виде студент прикладывает в виде файла либо отдельно к каждому заданию, либо одним файлом в специально созданном разделе (так как в третьем семестре изучается не только раздел «Числовые и функциональные ряды», в данном примере билета есть также вопросы из других разделов) – рис. 2.

Результаты исследования и их обсуждение. Конечно, много вопросов вызывает техническое оснащение рабочего места преподавателя и студента. В данной статье предложены методы, которые работают при идеальных условиях: у каждого преподавателя и студента в наличии компьютер с бесперебойным выходом в интернет. При таких условиях дистанционное обучение может быть реализовано в полном соответствии с образовательными программами по

указанным направлениям. В современном мире формирование дистанционного формата обучения должно стать приоритетным в развитии вуза [5].

<p>Вопрос 1</p> <p>Пока нет ответа</p> <p>Балл: 1,00</p> <p>Отметить вопрос</p> <p>Редактировать вопрос</p>	 <p>МИНОБРНАУКИ РОССИИ федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН» (ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»)</p> <hr/> <p>Кафедра прикладной математики Математика. 3-й семестр. Уровень А</p> <ol style="list-style-type: none">1. Принцип суперпозиции решений неоднородного линейного дифференциального уравнения.2. Выяснить, сходится или расходится ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{3^n}$.3. Признак Даламбера.4. Решить уравнение $y' - 2y' - 3y = 4e^{-x}$?5. Решить уравнение $2(x+y)dx - x dy = 0$6. Исследовать на сходимость ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(3n-1)}{2n!}$.7. Найти радиус сходимости степенного ряда $\sum_{n=1}^{\infty} 3^{-n} nx^n$.
---	--

Рисунок 2 – Пример экзаменационного билета

Заключение. В связи с тем, что на территории Российской Федерации сохраняется угроза заражения коронавирусной инфекцией, предполагается возможность продолжения дистанционного обучения (или частично дистанционного). Авторы статьи полагают, что дистанционное образование будет развиваться стремительными темпами. И в таком случае опыт, представленный в данной статье, будет очень полезен как школьным учителям математики, так и для преподавателям вузов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боголюбов А. В. Задачи и контрольные вопросы по математике для студентов 3 семестра: контрольные задания / А. В. Боголюбов, О. К. Иванова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Московский государственный технологический университет «СТАНКИН». – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ГОУ ВПО МГТУ «Станкин», 2008. – 102 с. – Текст : электронный. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463847> (дата обращения 29.12.2020.)
2. Бубнова Т. В. Исследование числовых и функциональных рядов: учебное пособие / Т. В. Бубнова, Ю. А. Виноградова, А. Г. Господинова; под ред. Н. С. Петросян; Министерство образования и науки Российской Федерации, Московский государственный

технологический университет «СТАНКИН». – Москва : Янус-К, 2017. – 80 с. – ISBN 978-5-8037-0718-9. – Текст : электронный. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480664> (дата обращения 29.12.2020.)

3. Иванова О. К. Ряды и их применение: конспект лекций для студентов вузов / О. К. Иванова. – Москва: ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», 2008. – 81 с. – Текст : электронный. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430126> (дата обращения 29.12.2020)

4. Лунгу К. Н. Систематизация приемов учебной деятельности студентов при обучении математике / К. Н. Лунгу. – Изд. 2-е, испр. – Москва : Книжный дом «Либроком», 2010. – 424 с. – Текст : непосредственный.

5. Андрюхина Т. Н.. Дистанционное образование в вузе / Т.Н. Андрюхина // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки. – 2015. – Т. № 2(26). – С. 6-10. – Текст : непосредственный.

6. Быстрова Н. В. Технология дистанционного образования / Н.В. Быстрова, К. Д. Цветкова // Образование и наука в России и за рубежом. – 2018. – №11(Vol. 46). – С. 212-216. – Текст : непосредственный.