

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Ставропольский государственный аграрный университет»

Кафедра математики

## **Прикладная математика**

---

наименование дисциплины

Методические рекомендации (указания) по изучению курса для  
студента

---

наименование методических указаний

Направление – 21.04.02 Землеустройство и кадастры

---

наименование направления

**Ставрополь**

По курсу «Прикладная математика» студенты должны прослушать лекции, самостоятельно проработать теоретические вопросы и выполнить лабораторные работы, которые проходят в компьютерных классах. Каждая тема заканчивается контрольными вопросами, с помощью их студент самостоятельно может проверить глубину усвоения соответствующей темы. Так как отдельные темы полностью вынесены на самостоятельное изучение, то наличие таких методических разработок, даёт студентам возможность, изучить, соответствующие темы, не обращаясь к другим источникам.

Для получения допуска к экзамену, студентам необходимо выполнить индивидуальные задания и пройти устный опрос теории по темам лабораторных занятий.

Студенты должны обращать особое внимание на точность того или иного метода, а так же на область его применения. При записи результата они должны записывать только верные цифры. Для этого им необходимо осмыслить результат, убедиться, что задача решена правильно.

**2. Теория погрешностей.** Теория погрешностей вынесена полностью на самостоятельное изучение студентами. В этой теме они должны обратить внимание на источники и классификации погрешностей, а так же на понятие – верная цифра и связь количества верных цифр с относительной погрешностью числа. Дополнительно к основным вопросам студенты могут рассмотреть, что происходит с погрешностью при умножении приближенного числа на точный множитель, а так же какая проблема возникает при вычитании близких чисел и каким образом можно решить эту проблему.

**3. Решение нелинейных уравнений.** При изучении методов решения уравнений с одним неизвестным студенты должны обратить внимание на то, что не только большинство трансцендентных уравнений не имеют формулы решений, но и алгебраические уравнения степень, которых выше четырёх. Они должны обратить особое внимание на то, что методы отделения корней не являются универсальными, зависят от вида уравнения. Студенты должны

их выбирать самостоятельно и уметь обосновать свой выбор. Изложение итерационных методов решения уравнения выполнено в общем случае, затем рассмотрены частные случаи. Такой подход в изложении даёт возможность студентам создать свой итерационный метод. Студенты должны уметь выбирать начальное приближение в каждом методе, обосновывать этот выбор и определять условие, которое является критерием для достижения заданной точности. Студенты самостоятельно должны дополнить приведенную в методической разработке программу так, чтобы она выдавала количество итераций для достижения заданной точности. Студенты решают уравнение разными методами, сравнивают количество итераций. Это позволит им сделать вывод о скорости сходимости того или иного метода. Дополнительно по этой теме студенты могут рассмотреть геометрическую интерпретацию итерационных методов.

**4. Интерполяция.** Формула погрешности интерполирования содержит производную  $(n+1)$  порядка от исходной функции. Студенты должны найти эту производную и определить её максимальное значение на заданном интервале. При решении этой задачи у них есть выбор – решить её аналитически или с помощью вычислений на компьютере. Они должны понимать, что результат можно записать только тогда, когда будет определена погрешность. Студенты должны усвоить понятие обобщенной степени числа и уметь записывать I и II формулы Ньютона через обобщенную степень. Для контроля вычислений студенту необходимо проверить значения интерполяционного многочлена в узловых точках, они должны точно совпадать со значениями исходной функции в узлах, и только после этого он может использовать интерполяционный многочлен для произвольных точек.

Дополнительно для более полного усвоения этой темы студенты должны уметь расписывать формулу Лагранжа в развёрнутом виде. Они должны уметь пользоваться рекуррентными формулами для нахождения многочленов Чебышева.

**5. Численное дифференцирование и интегрирование.** При изучении численного дифференцирования студент должен обратить внимание на то, что данная задача является некорректной. Решение этой задачи опирается на интерполирование, в котором мера близости приближающей функции – это совпадение в узлах с исходной функцией, что ещё не гарантирует близости на этом отрезке их производных, т.е. малого расхождения угловых коэффициентов касательных к рассматриваемым кривым при одинаковых значениях аргумента.

При изучении численного интегрирования студенты должны научиться выводить квадратурные формулы для произвольного  $n$  (формулы Ньютона-Котеса, Чебышева, Гаусса), а затем рассмотреть их частные случаи.

Дополнительно в этой теме студенты должны научиться вычислять коэффициенты Котеса при различных значениях  $n$ .

**6. Вычислительные методы алгебры.** Методы решения алгебраических задач разделяются на прямые, итерационные и вероятностные. Студенты должны изучить три метода решения систем линейных алгебраических уравнений: метод главных элементов, метод итерации и метод Монте-Карло. Они должны решить одну и ту же систему разными методами и сравнить полученные результаты, оценить достоинства каждого метода.

Дополнительно при вычислении обратной матрицы, студенты должны уметь расписать компактную формулу  $\sum_{k=1}^n a_{ik}x_{kj} = \delta_{ij}$ ,  $i, j = 1, 2, \dots, n$ . в развёрнутом виде. Таким образом, они представят общий объём вычислений - это решение  $n$  систем уравнений, относительно  $n^2$  неизвестных  $x_{i,j}$ .

**7. Методы наилучшего приближения.** Студенты должны знать, каким образом получается эмпирическая формула. Они должны обратить внимание на отличие приближения функции по методу наименьших квадратов от приближения функции методом интерполирования. Студенты должны знать, каким образом строится приближающая функция в виде

различных элементарных функций. При выполнении лабораторной работы студенты таблично заданную функцию приближают различными аналитическими функциями. При сравнении результатов аппроксимирования определяющим является величина суммарной ошибки, по которой они должны самостоятельно сделать вывод - какая функция лучше приближает данную таблицу. Дополнительно студенты могут выполнить самостоятельно аппроксимирование по методу наименьших квадратов логарифмической и гиперболической функциями.

**8. Обработка экспериментальных данных.** В методе статистической обработки опытных данных студенты должны ясно представлять цель статистической обработки. Они должны уметь объяснить значение величин  $D$ ,  $S$ ,  $C$ . С какой целью эти величины введены, что характеризуют и в каких единицах измеряются по отношению к единицам измерения исходного массива.

**9. Метод Монте-Карло.** Студенты должны обратить внимание на математическое обоснование метода Монте-Карло. Они должны уметь объяснить сходимость последовательности по вероятности, чем отличается детерминированный алгоритм от недетерминированного метода. Студенты должны понимать, что для решения одной и той же конкретной задачи схема применения метода может быть различной. Они должны обратить внимание на то, как меняется классический алгоритм вычисления кратных интегралов с увеличением кратности и, что происходит в этой ситуации с методом Монте-Карло. Дополнительно студенты могут рассмотреть, в чем особенность решения системы линейных алгебраических уравнений методом Монте-Карло.

**10. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.** Студенты должны знать основные виды дифференциальных уравнений и методы их решения. Они должны представлять отличие приближенных методов от численных методов и то, в каком виде эти методы дают решение. Они должны знать условие, когда дифференциальное

уравнение можно решить приближенным методом, когда численным методом. Студенты должны уметь объяснить, в чём основное преимущество многошаговых методов Адамса.

Дополнительно студенты могут рассмотреть геометрический смысл численных методов и сравнить их по точности результатов.

**11. Методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.** Метод конечных разностей является универсальным методом решения дифференциальных уравнений. Студенты должны понимать что, в основе методов лежит сведение дифференциальной задачи к системе линейных алгебраических уравнений. Они должны знать, что такое погрешность аппроксимации, какая разностная схема является явной. В случае явной разностной схемы на самом деле получается рекуррентное соотношение, которое выражает значения искомого решения на последующем слое через значения на предыдущем слое. В случае неявной схемы студентам необходимо будет решать систему уравнений.

**Самостоятельная работа студента включает все ее виды, выполняемые в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС) и рабочим учебным планом:**

- подготовку к текущим занятиям (лекция, практическое занятие, семинар, контрольная работа, тестирование, устный опрос);
- изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельное изучение; кроме того:
- выполнение расчетно-графических работ и заданий, рефератов, домашних заданий, выполнение индивидуально полученных заданий или предложенных по личной инициативе студента, докладов в группе, на студенческих конференциях;
- участие в олимпиадах, конкурсах и другие работы, выполняемые не в обязательном порядке под руководством преподавателя или без его руководства.

**В ходе самостоятельной работы студент решает следующие задачи:**

- самостоятельно применяет в процессе самообразования учебно-методический комплекс, созданный профессорско-преподавательским составом института в помощь студенту;
- изучает учебную литературу, углубляет и расширяет знания, полученные на лекциях;
- осуществляет поиск ответов на обозначенные преподавателем вопросы и задачи;
- самостоятельно изучает отдельные темы и разделы учебных дисциплин;
- самостоятельно планирует процесс освоения материала в сроки, предусмотренные графиком учебно-экзаменационных сессий на очередной учебный год;
- совершенствует умение анализировать и обобщать полученную информацию;
- развивает навыки научно-исследовательской работы.

**Советы по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины.**

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

Подготовка к практическому занятию – 2 час.

Всего в неделю – 3 часа 30 минут.

### **Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»).**

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).

2. При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).

3. В течение недели выбрать время (1-час) для работы с литературой в библиотеке.

4. При подготовке к практическим занятиям следующего дня, необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме домашнего задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи.

### **Советы по подготовке к зачету.**

Дополнительно к изучению конспектов лекции необходимо пользоваться учебником. Кроме «заучивания» материала, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): о чем этот параграф?, какие новые понятия введены, каков их смысл?, что даст это на практике?.



При подготовке к зачету нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольку типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

**Указания по организации работы с контрольно-измерительными материалами, по выполнению домашних заданий.**

При выполнении домашних заданий необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи, а затем приступить к расчетам и сделать качественный вывод.

## *Самостоятельная работа студентов в условиях балльно-рейтинговой системы обучения*

Рейтинговая система обучения предполагает многобалльное оценивание студентов, но это не простой переход от пятибалльной шкалы, а возможность объективно отразить в баллах расширение диапазона оценивания индивидуальных способностей студентов, их усилий, потраченных на выполнение того или иного вида самостоятельной работы. Существует большой простор для создания блока дифференцированных индивидуальных заданий, каждое из которых имеет свою «цену». Правильно организованная технология рейтингового обучения позволяет с самого начала уйти от пятибалльной системы оценивания и прийти к ней лишь при подведении итогов, когда заработанные студентами баллы переводятся в привычные оценки (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно). Кроме того, в систему рейтинговой оценки включаются дополнительные поощрительные баллы за оригинальность, новизну подходов к выполнению заданий для самостоятельной работы или разрешению научных проблем. У студента имеется возможность повысить учебный рейтинг путем участия во внеучебной работе (участие в олимпиадах, конференциях; выполнение индивидуальных творческих заданий, рефератов; участие в работе научного кружка и т.д.). При этом студенты, не спешащие сдавать работу вовремя, могут получить и отрицательные баллы. Вместе с тем, поощряется более быстрое прохождение программы отдельными студентами. Например, если учащийся готов сдавать зачет или писать самостоятельную работу раньше группы, можно добавить ему дополнительные баллы.

Рейтинговая система – это регулярное отслеживание качества усвоения знаний и умений в учебном процессе, выполнения планового объема самостоятельной работы. Ведение многобалльной системы оценки позволяет, с одной стороны, отразить в балльном диапазоне индивидуальные особенности студентов, а с другой – объективно оценить в баллах усилия студентов, затраченные на выполнение отдельных видов работ. Так каждый вид учебной деятельности приобретает свою «цену». Получается, что «стоимость» работы, выполненной студентом безупречно, является количественной мерой качества его обученности по той совокупности изученного им учебного материала, которая была необходима для успешного выполнения задания. Разработанная шкала перевода рейтинга по дисциплине в итоговую пятибалльную оценку доступна, легко подсчитывается как преподавателем, так и студентом: 86%-100% максимальной суммы баллов –

оценка «отлично», 65%-85% – оценка «хорошо», 50%-64% – «удовлетворительно», 50% и менее от максимальной суммы – «неудовлетворительно».

При использовании рейтинговой системы:

- основной акцент делается на организацию активных видов учебной деятельности, активность студентов выходит на творческое осмысление предложенных задач;
- во взаимоотношениях преподавателя со студентами есть сотрудничество и сотворчество, существует психологическая и практическая готовность преподавателя к факту индивидуального своеобразия «Я-концепции» каждого студента;
- предполагается разнообразие стимулирующих, эмоционально-регулирующих, направляющих и организующих приемов вмешательства (при необходимости) преподавателя в самостоятельную работу студентов;
- преподаватель выступает в роли педагога-менеджера и режиссера обучения, готового предложить студентам минимально необходимый комплект средств обучения, а не только передает учебную информацию; обучаемый выступает в качестве субъекта деятельности наряду с преподавателем, а развитие его индивидуальности выступает как одна из главных образовательных целей;
- учебная информация используется как средство организации учебной деятельности, а не как цель обучения.

Рейтинговая система обучения обеспечивает наибольшую информационную, процессуальную и творческую продуктивность самостоятельной познавательной деятельности студентов при условии ее реализации через технологии личностно-ориентированного обучения (проблемные, диалоговые, дискуссионные, эвристические, игровые и другие образовательные технологии).

Большинство студентов положительно относятся к такой системе отслеживания результатов их подготовки, отмечая, что рейтинговая система обучения способствует равномерному распределению их сил в течение семестра, улучшает усвоение учебной информации, обеспечивает систематическую работу без «авралов» во время сессии. Большое количество разнообразных заданий, предлагаемых для самостоятельной проработки, и разные шкалы их оценивания позволяют студенту следить за своими успехами, и при желании у него всегда имеется возможность улучшить свой

рейтинг (за счет выполнения дополнительных видов самостоятельной работы), не дожидаясь экзамена. Организация процесса обучения в рамках рейтинговой системы обучения с использованием разнообразных видов самостоятельной работы позволяет получить более высокие результаты в обучении студентов по сравнению с традиционной вузовской системой обучения.

Использование рейтинговой системы позволяет добиться более ритмичной работы студента в течение семестра, а так же активизирует познавательную деятельность студентов путем стимулирования их творческой активности. Весьма эффективно использование тестов непосредственно в процессе обучения, при самостоятельной работе студентов. В этом случае студент сам проверяет свои знания. Не ответив сразу на тестовое задание, студент получает подсказку, разъясняющую логику задания и выполняет его второй раз.