

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)**

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Системного анализа и управления
проф. Курбатов В.Г.
31.03.2025г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03 Проекционно-вариационные методы в прикладных задачах

1. Код и наименование направления подготовки:

01.04.02 Прикладная математика и информатика

2. Профиль подготовки:

Компьютерные технологии в задачах математической физики, оптимизации и управления

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: системного анализа и управления

6. Составители программы: Белоусова Е.П., к.ф.-м.н., доцент кафедры системного анализа и управления

7. Рекомендована: НМС факультета Прикладной математики, информатики и механики № 6 от 17.03.2025 г.

8. Учебный год: 2026-2027

Семестр: 3

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- освоение проекционно-вариационных методов исследования различных математических моделей прикладных задач для формирования умений и навыков проведения работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований; использование современных математических и компьютерных методов в задачах математической физики, оптимизации и оптимального управления.

Задачи учебной дисциплины:

- научить применять метод Галёркина, метод наименьших квадратов и метод Ритца к решению краевых задач для линейных дифференциальных уравнений;
– исследовать сходимость и вычислительную устойчивость этих методов;
- сформировать практические навыки анализа и обработки информации по тематике исследований;
- получить навыки использования современных наукоемких технологий и пакетов прикладных программ для решения задач анализа динамических систем, задач математической физики, оптимизации и оптимального управления;
– обучить правильному выбору алгоритмов и средств их реализации при решении задач управления и оптимизации.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: учебная дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен проводить работы по обработке и анализу научнотехнической информации, результатов исследований.	ПК-1.2	Анализирует и обрабатывает информацию по тематике исследований.	Знать: научно-техническую информацию. Уметь: анализировать и обрабатывать информацию. Владеть: способами обработки результатов исследований.
ПК-4	Способен использовать современные математические и компьютерные методы в задачах математической физики, оптимизации и оптимального управления.	ПК-4.1	Использует современные наукоемкие технологии и пакеты прикладных программ для решения задач анализа динамических систем, задач математической физики, оптимизации и оптимального управления.	Знать: методы Галеркина, Ритца, наименьших квадратов для краевых задач. Уметь: использовать современные наукоемкие технологии и пакеты прикладных программ для решения краевых задач для линейных дифференциальных уравнений. Владеть: навыками оптимизации и оптимального управления.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 4/144.

Форма промежуточной аттестации - экзамен.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		3 семестра	№ семестра	...
Аудиторные занятия	48	48		

в том числе:	лекции	32	32		
	практические	16	16		
	лабораторные				
Самостоятельная работа		60	60		
в том числе: курсовая работа (проект)					
Форма промежуточной аттестации - экзамен		36	36		
Итого:		144	144		

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Прямые вариационного исчисления. методы	Основная идея прямых методов.	Проекционно-вариационные методы в прикладных задачах https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=12004
1.2	Метод Галеркина.	Метод Галеркина. Сходимость метода Галеркина. Устойчивость вычислительной схемы метода Галеркина. Примеры.	Проекционно-вариационные методы в прикладных задачах https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=12004
1.3	Метод Ритца.	Метод Ритца. Сходимость метода Ритца. Устойчивость вычислительной схемы метода Ритца. Примеры.	Проекционно-вариационные методы в прикладных задачах https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=12004
1.4	Метод наименьших квадратов.	Метод наименьших квадратов. Сходимость метода Ритца. Устойчивость вычислительной схемы метода Ритца. Примеры.	Проекционно-вариационные методы в прикладных задачах https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=12004
2. Практические занятия			
2.1	Прямые вариационного исчисления. методы	Основная идея прямых методов.	Проекционно-вариационные методы в прикладных задачах https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=12004
2.2	Метод Галеркина.	Метод Галеркина. Сходимость метода Галеркина. Устойчивость вычислительной схемы метода	Проекционно-вариационные

		Галеркина. Примеры.	методы в прикладных задачах https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=12004
2.3	Метод Ритца.	Метод Ритца. Сходимость метода Ритца. Устойчивость вычислительной схемы метода Ритца. Примеры.	Проекционно-вариационные методы в прикладных задачах https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=12004
2.4	Метод наименьших квадратов.	Метод наименьших квадратов. Сходимость метода Ритца. Устойчивость вычислительной схемы метода Ритца. Примеры.	Проекционно-вариационные методы в прикладных задачах https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=12004

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.	Прямые методы вариационного исчисления.	8	4		15	27
2.	Метод Галеркина.	8	4		15	27
3.	Метод Ритца.	8	4		15	27
4.	Метод наименьших квадратов.	8	4		15	27
5.	Подготовка к экзамену.	0	0		36	36
	Итого:	32	16		60	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Работа с конспектами лекций и практических занятий, выполнение домашних практических заданий, выполнение заданий текущей аттестации в виде промежуточных контрольных работ.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины.

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах: учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 512 с.
2	Васильев, Федор Павлович. Методы оптимизации: [учебник для студ. вузов, обуч. по специальности ВПО 010501 "Прикладная математика и информатика"]: [в 2 ч.] / Ф.П. Васильев. — Москва: Изд-во МЦНМО, 2011.— ISBN 978-5-94057-706-5. Ч. 1: Конечномерные задачи оптимизации. Принцип максимума. Динамическое программирование. — Изд. новое, перераб. и доп. — 2011. — 619 с.
3	Васильев, Федор Павлович. Методы оптимизации: [учебник для студ. вузов, обуч. по специальности ВПО 010501 "Прикладная математика и информатика"]: [в 2 ч.] / Ф.П. Васильев. — Москва: Изд-во МЦНМО, 2011.— ISBN 978-5-94057-706-5. Ч. 2: Оптимизация в

	функциональных пространствах. Регуляризация. Аппроксимация. — Изд. новое, перераб. и доп. — 2011.
--	---

Б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Болдырев, Ю. Я. Вариационное исчисление и методы оптимизации: учебное пособие / Ю. Я. Болдырев. — Санкт-Петербург: СПбГПУ, 2016. — 240 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.
2	Киселёв, В. Ю. Вариационное исчисление и теория оптимального управления: учебное пособие / В. Ю. Киселёв, Т. Ф. Калугина. — Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. — 132 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.

В) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Ресурс
1	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – Режим доступа: https:// lib.vsu.ru .
2	ЭБС «Лань», - режим доступа: https://e.lanbook.com .
3	Проекционно-вариационные методы в прикладных задачах — Образовательный портал «Электронный университет ВГУ».— Режим доступа: https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=12004 .

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Смирнов, А. П. Методы оптимизации: учебно-методическое пособие / А. П. Смирнов. — Москва: МИСИС, 2003. — 131 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.
2	Проекционно-вариационные методы в прикладных задачах — Образовательный портал «Электронный университет ВГУ».— Режим доступа: https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=12004 .

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Для организации занятий рекомендован онлайн-курс «Проекционно-вариационные методы в прикладных задачах», размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle) <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=12004>, а также Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения лекций, практических занятий: специализированная мебель, доска (маркерная или меловая).

Учебная аудитория для организации самостоятельной работы, проведения текущей и промежуточной аттестаций: специализированная мебель, доска (маркерная или меловая), персональные компьютеры в количестве, обеспечивающем возможность индивидуальной работы, компьютер преподавателя, мультимедийное оборудование (проектор, экран), допускается использование переносного оборудования.

Программное обеспечение:

ОС Windows 8 (10), интернет-браузер (Google Chrome, Mozilla Firefox), с возможностью подключения к сети «Интернет» и платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами (MS Office, Мой Офис, Libre Office).

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Прямые методы вариационного	ПК-1 ПК-4	ПК-1.2 ПК-4.1	Контрольная работа Экзамен

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	исчисления.			
2.	Метод Галеркина.	ПК-1 ПК-4	ПК-1.2 ПК-4.1	Контрольная работа Экзамен
3.	Метод Рунца.	ПК-1 ПК-4	ПК-1.2 ПК-4.1	Контрольная работа Экзамен
4.	Метод наименьших квадратов.	ПК-1 ПК-4	ПК-1.2 ПК-4.1	Контрольная работа Экзамен
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				КИМ Перечень вопросов

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

П. 1 Примеры заданий для проведения контрольной работы

Контрольно-измерительные материалы № 1

ПК-4

п. 1

1. Для решения задач вариационного исчисления могут применяться следующие прямые методы:

- а) метод Рунца
- б) метод Галеркина
- в) метод конечных приращений

Ответ: а), б).

2. Оптимальное решение $u_*(t)$ в задаче $I(u) = \int_1^2 t^2 \dot{u}^2 dt \rightarrow \text{extr}, u(1) = 3, u(2) = 1$

имеет вид

а) $\frac{4}{t} - 1$

б) $t^2 + 1$

в) $\frac{4}{t+1}$

Ответ: а).

3. Оптимальное решение $u_*(t)$ в задаче

$$I(u) = \int_0^1 (u - \dot{u}^2) dt \rightarrow \text{extr}, u(0) = 0, u(1) = 0$$

имеет вид

а) $\frac{t-t^2}{4}$

б) $t^2 + 1$

в) $\frac{4}{t+1}$

Ответ: а).

4. Оптимальное решение $u_*(t)$ в задаче

$$I(u) = \int_0^1 (1+t) \dot{u}^2 dt \rightarrow \text{extr}, u(0) = 0, u(1) = 1$$

имеет вид

а) $\frac{\ln(t+1)}{\ln 2}$

б) $t^2 - 1$

в) $\frac{4t}{t+1}$

Ответ: а).

5. Оптимальное решение $u_*(t)$ в задаче

$$I(u) = \int_0^1 (\ddot{u}^2 - 48u) dt \rightarrow \text{extr}, u(0) = 1, u(1) = \dot{u}(1) = 0, \dot{u}(0) = -4$$

имеет вид

а) $t^4 - 4t^3 + 6t^2 - 4t + 1$

б) $t^2 + 1$

в) $\frac{4}{t+1}$

Ответ: а).

6. Оптимальное решение $u_*(t)$ в задаче

$$I(u) = \int_0^1 (24tu - \ddot{u}^2) dt \rightarrow \text{extr}, u(0) = \dot{u}(0) = u(1) = 0, \dot{u}(1) = 1/10 \text{ имеет вид}$$

а) $(t^5 - 2t^3 + t^2)/10$

б) $2t^2 + 1$

в) $\frac{4t^2}{t+1}$

Ответ: а).

7. Оптимальное решение $u_*(t)$ в задаче

$I(u) = \int_0^{\pi/2} (\ddot{u}^2 - \dot{u}^2) dt \rightarrow \text{extr}, u(0) = \dot{u}(0) = 1, u(\pi/2) = \frac{\pi}{2}, \dot{u}\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0$ имеет вид

а) $t + \cos t$

б) $2 \sin t$

в) $\frac{4}{t+1}$

Ответ: а).

8. Оптимальное решение $u_*(t)$ в задаче

$$I(u) = \int_1^2 \ddot{u}^2 dt \rightarrow \text{extr}, u(0) = \dot{u}(0) = \ddot{u}(0) = 0, u(1) = 1, \dot{u}(1) = 3, \ddot{u}(1) = 6$$

имеет вид

а) $\frac{4}{t} - 1$

б) t^3

в) $\frac{4}{t+1}$

Ответ: б).

9. Оптимальное решение $u_*(t)$ в задаче

$$I(u) = \int_1^e 2\dot{u}(tu + u)dt + 3u^2(1) - u^2(e) - 4u(e) \rightarrow \inf$$

имеет вид

а) $\ln t + 1$

б) $\ln t$

в) $\ln t - 1$

Ответ: а).

10. Оптимальное решение $u_*(t)$ в задаче

$$I(u) = \int_0^1 e^u \dot{u}^2 dt + 4e^{u(0)} + 32e^{-u(1)} \rightarrow \inf$$

имеет вид

а) $2\ln(t+1)$

б) $\ln t$

в) $\ln t - 1$

Ответ: а).

11. Оптимальное решение $u_*(t)$ в задаче

$$I(u) = \int_0^{\pi/2} (\dot{u}^2 - u^2) dt + u^2(0) - u^2\left(\frac{\pi}{2}\right) + 4u\left(\frac{\pi}{2}\right) \rightarrow \inf$$

имеет вид

а) $\cos t$

б) $\sin t$

в) $\cos t + \sin t$

Ответ: в).

12. Оптимальное решение $u_*(t)$ в задаче

$$I(u) = \int_0^1 \dot{u}^2 dt + 4u^2(0) - 5u^2(1) \rightarrow \inf$$

имеет вид

а) $\ln(t+1)$

б) 0

в) $\ln t - 1$

Ответ: б).

п. 2

1. Классическая задача вариационного исчисления. Лемма Лагранжа. Привести примеры такой задачи.
2. Классическая задача вариационного исчисления. Многомерный случай. Привести примеры такой задачи.
3. Задача вариационного исчисления. Условие Лежандра. Интегралы уравнения Эйлера. Привести примеры.
4. Задача вариационного исчисления со старшими производными. Привести примеры.
5. Метод Ритца. Основная идея.

Контрольно-измерительные материалы № 2

1. Найти экстремали в задаче

$$I(x) = \int_0^T (x + \dot{x}^2) dt \rightarrow \inf, x(0) = x_0, x(T) = x_1.$$

2. Найти экстремали в задаче

$$I(x) = \int_1^2 (\dot{x}_1^2 + 2x_1\dot{x}_2 + \dot{x}_2^2 + 2x_2\dot{x}_1) dt \rightarrow \inf, x_1(1) = 2; \quad x_2(1) = 4; \quad x_1(2) = 5; \quad x_2(2) = 10.$$

3. Найти экстремали в задаче

$$I(x) = \int_0^1 e^{-t} \dot{x}^2 dt \rightarrow \inf; x(0) = 0, \dot{x}(0) = 1, x(1) = e, \dot{x}(1) = 2e.$$

4. Решить задачу методом Ритца

$$I(x) = \int_0^1 (\dot{x}^2 - x^2 - 2tx) dt \rightarrow \inf, x(0) = 0, x(1) = 0.$$

5. Решить задачу методом Галеркина

$$I(x) = \int_{-\pi}^{\pi} \left(\frac{1}{2} \dot{x}^2 - x x \cos(t) + x \sin(t) \right) dt \rightarrow \inf, x(-\pi) = x(\pi) = 2$$

6. Найти приближенное решение задачи

$$I(x) = \int_0^1 (t^3 \dot{x}^2 + 100tx^2 - 20tx) dt \rightarrow \inf, x(1) = \dot{x}(1) = 0$$

Указание: Решение можно искать в виде

$$x_n(t) = (t-1)^2(\alpha_0 + \alpha_1 t + \dots + \alpha_n t^n)$$

7. Найти приближенное решение задачи об экстремуме функционала

$$I(x) = \int_1^2 \left(\dot{x}^2 - \frac{t^2-1}{t} x^2 - 2t^2 x \right) dt \rightarrow \inf, x(1) = 0, x(2) = 0.$$

и сравнить с точным решением.

Указание: решение задачи можно искать в виде

$$x(t) = \alpha(t-1)(t-2)$$

8. Методом Ритца найти приближенное решение задачи о минимуме функционала

$$I(x) = \int_0^2 (\dot{x}^2 + x^2 + 2tx) dt \rightarrow \inf, x(0) = x(2) = 0$$

и сравнить с точным решением.

Указание: приближенное решение можно искать в виде

$$x_n(t) = t(1-t)(\alpha_0 + \alpha_1 t + \dots + \alpha_n t^n) \quad n=0 \quad n=1$$

Описание технологии проведения:

Обучающемуся предлагается четыре задания из п.1 и п.2 по выбору преподавателя. Решение заданий КИМ происходит в течение 1 часа 30 минут в учебной аудитории.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

- 1.Правильно решено 4 задания – отлично.
- 2.Правильно решено 3 задания – хорошо.
- 3.Правильно решено 2 задания – удовлетворительно.
- 4.Правильно решено одно задание или не решено ни одного задания – неудовлетворительно.

П. 2: Перечень вопросов для проведения тестирования по дисциплине

1.Для решения задач вариационного исчисления могут применяться следующие прямые методы:

- а) метод Ритца
- б) метод Галеркина
- в) метод конечных приращений

Ответ: а), б).

2. Оптимальное решение $u_*(t)$ в задаче

$$I(u) = \int_1^2 t^2 \dot{u}^2 dt \rightarrow \text{extr}, u(1) = 3, u(2) = 1$$

имеет вид

- а) $\frac{4}{t} - 1$
- б) $t^2 + 1$
- в) $\frac{4}{t+1}$

Ответ: а).

3. Оптимальное решение $u_*(t)$ в задаче

$$I(u) = \int_0^1 (u - \dot{u}^2) dt \rightarrow \text{extr}, u(0) = 0, u(1) = 0$$

имеет вид

- а) $\frac{t-t^2}{4}$
- б) $t^2 + 1$
- в) $\frac{4}{t+1}$

Ответ: а).

4. Оптимальное решение $u_*(t)$ в задаче

$$I(u) = \int_0^1 (1+t) \dot{u}^2 dt \rightarrow \text{extr}, u(0) = 0, u(1) = 1$$

имеет вид

а) $\frac{\ln(t+1)}{\ln 2}$

б) $t^2 - 1$

в) $\frac{4t}{t+1}$

Ответ: а).

5. Оптимальное решение $u_*(t)$ в задаче

$$I(u) = \int_0^1 (\ddot{u}^2 - 48u) dt \rightarrow \text{extr}, u(0) = 1, u(1) = \dot{u}(1) = 0, \dot{u}(0) = -4$$

имеет вид

а) $t^4 - 4t^3 + 6t^2 - 4t + 1$

б) $t^2 + 1$

в) $\frac{4}{t+1}$

Ответ: а).

6. Оптимальное решение $u_*(t)$ в задаче

$$I(u) = \int_0^1 (24tu - \ddot{u}^2) dt \rightarrow \text{extr}, u(0) = \dot{u}(0) = u(1) = 0, \dot{u}(1) = 1/10 \text{ имеет вид}$$

а) $(t^5 - 2t^3 + t^2)/10$

б) $2t^2 + 1$

в) $\frac{4t^2}{t+1}$

Ответ: а).

7. Оптимальное решение $u_*(t)$ в задаче

$$I(u) = \int_0^{\pi/2} (\ddot{u}^2 - \dot{u}^2) dt \rightarrow \text{extr}, u(0) = \dot{u}(0) = 1, u(\pi/2) = \frac{\pi}{2}, \dot{u}\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0 \text{ имеет вид}$$

а) $t + \cos t$

б) $2\sin t$

в) $\frac{4}{t+1}$

Ответ: а).

8. Оптимальное решение $u_*(t)$ в задаче

$$I(u) = \int_1^2 \ddot{u}^2 dt \rightarrow \text{extr}, u(0) = \dot{u}(0) = \ddot{u}(0) = 0, u(1) = 1, \dot{u}(1) = 3, \ddot{u}(1) = 6$$

имеет вид

а) $\frac{4}{t} - 1$

б) t^3

в) $\frac{4}{t+1}$

Ответ: б).

9. Оптимальное решение $u_*(t)$ в задаче

$$I(u) = \int_1^e 2\dot{u}(tu + u)dt + 3u^2(1) - u^2(e) - 4u(e) \rightarrow \inf$$

имеет вид

а) $\ln t + 1$

б) $\ln t$

в) $\ln t - 1$

Ответ: а).

10. Оптимальное решение $u_*(t)$ в задаче

$$I(u) = \int_0^1 e^u \dot{u}^2 dt + 4e^{u(0)} + 32e^{-u(1)} \rightarrow \inf$$

имеет вид

а) $2\ln(t+1)$

б) $\ln t$

в) $\ln t - 1$

Ответ: а).

11. Оптимальное решение $u_*(t)$ в задаче

$$I(u) = \int_0^{\pi/2} (\dot{u}^2 - u^2)dt + u^2(0) - u^2\left(\frac{\pi}{2}\right) + 4u\left(\frac{\pi}{2}\right) \rightarrow \inf$$

имеет вид

а) $\cos t$

б) $\sin t$

в) $\cos t + \sin t$

Ответ: в).

12. Оптимальное решение $u_*(t)$ в задаче

$$I(u) = \int_0^1 \dot{u}^2 dt + 4u^2(0) - 5u^2(1) \rightarrow \inf$$

имеет вид

а) $\ln(t + 1)$

б) 0

в) $\ln t - 1$

Ответ: б).

Тестирование проводится одновременно во всей учебной группе в виде теста в электронной образовательной среде «Электронный университет ВГУ», адрес курса — <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=12004>. Тест составляется из материалов ФОСа, формируется системой автоматически путём добавления случайных вопросов, количество которых соответствует образцу билета. Большая часть вопросов проверяется автоматически, проверки преподавателем с ручным оцениванием требуют только отдельные вопросы, представленные в форме эссе. Ограничение по времени на каждую попытку — 1 час, количество попыток — 2, выставление окончательной оценки — по высшему баллу.

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Экзамен

Вопросы к экзамену

1. Прямые методы вариационного исчисления. Основная идея.
2. Метод Галеркина.
3. Сходимость метода Галеркина.
4. Устойчивость вычислительной схемы метода Галеркина.
5. Метод Рунге.
6. Сходимость метода Рунге.
7. Устойчивость вычислительной схемы метода Рунге.
8. Метод наименьших квадратов.
9. Сходимость метода наименьших квадратов.
10. Устойчивость вычислительной схемы метода наименьших квадратов.

Описание технологии проведения:

Подготовка к ответу на вопрос происходит в течение 30 минут в учебной аудитории. Затем следует собеседование с преподавателем.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Оценка «отлично» выставляется, если обучающийся показал полное знание программного материала; демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делать правильные выводы; выполнил все задания и задачи полностью без ошибок и недочетов; строго соблюдает требования при оформлении работы; подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой.

Оценка «хорошо» выставляется, если обучающийся показывает полное знание программного материала; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; выполнил все задания и задачи полностью, но при наличии в их решении не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов; строго соблюдает требования при оформлении работы; демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций; выполнил не менее 1/3 всех предложенных заданий и задач или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов; допускает незначительные ошибки при оформлении работы; подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине; если число ошибок и недочетов в работе превысило норму для оценки 3 или обучающийся выполнил правильно менее 1/3 всех заданий и задач; допускает грубые ошибки при оформлении работы; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

Если в течение семестра студент проявил ответственное отношение к учебному процессу, качественно выполнял все поставленные перед ним задачи, то допускается автоматическая оценка «отлично» его знаний на экзамене.

Если в течение семестра студент проявил ответственное отношение к учебному процессу, качественно выполнял все поставленные перед ним задачи, то допускается автоматическая положительная оценка его знаний на экзамене.

20.3. Задания раздела 20.1, п. 2 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения данной дисциплины.

