

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Управление режимами работы электроэнергетических систем

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Математическая оптимизация электрических режимов**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бурмейстер М.В.
	Идентификатор	R3f3a41a8-BurmeisterMV-3b7fa53

М.В.
Бурмейстер

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Насыров Р.Р.
	Идентификатор	R48fa5e5e-NasyrovRR-34f285d8

Р.Р.
Насыров

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шаров Ю.В.
	Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905b6

Ю.В. Шаров

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен участвовать в процессе проектирования и управления субъектами электроэнергетики и объектами электросетевого хозяйства

ИД-5 Прогнозирует потребление электроэнергии и мощности с помощью математических и экономических методов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Использование программные средства для решения задач программирования (Контрольная работа)
2. Основы работы в системе MATLAB (Контрольная работа)
3. Применение методов построения и решения оптимизационных моделей к задачам электротехники (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Решение задач оптимизации линейного и нелинейного программирования (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Основы работы в системе MATLAB (Контрольная работа)
- КМ-2 Решение задач оптимизации линейного и нелинейного программирования (Контрольная работа)
- КМ-3 Использование программные средства для решения задач программирования (Контрольная работа)
- КМ-4 Применение методов построения и решения оптимизационных моделей к задачам электротехники (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15

Введение - А				
Введение - А		+		
Введение - Б				
Введение - Б		+		
Концепция модели оптимизации				
Концепция модели оптимизации				+
Настройка Задачи Оптимизации на Основе Решателя — Функции				
Настройка Задачи Оптимизации на Основе Решателя — Функции		+		
Определение задачи оптимизации				
Определение задачи оптимизации		+		
Программы MATPOWER и MATLAB				
Программы MATPOWER и MATLAB	+	+	+	+
Современные алгоритмы оптимизации				
Современные алгоритмы оптимизации		+	+	+
Применение алгоритмов оптимизации в энергосистеме				
Применение алгоритмов оптимизации в энергосистеме	+	+	+	+
Вес КМ:	25	25	25	25

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-5 _{ПК-1} Прогнозирует потребление электроэнергии и мощности с помощью математических и экономических методов	Знать: Механизмы программирования функций и порядков в MATLAB и MATPOWER Показатели функционирования энергосистемы, контролируемые параметры Программные средства для решения задач линейного и нелинейного программирования Уметь: Проводить оптимизационный расчет при помощи специализированного программного обеспечения и оценивать на предмет адекватности полученные результаты расчёта Пользоваться методами метаэвристики	КМ-1 Основы работы в системе MATLAB (Контрольная работа) КМ-2 Решение задач оптимизации линейного и нелинейного программирования (Контрольная работа) КМ-3 Использование программные средства для решения задач программирования (Контрольная работа) КМ-4 Применение методов построения и решения оптимизационных моделей к задачам электротехники (Контрольная работа)

		проектирования, используемых для решения задач оптимизации электроэнергетики Готовить исходные данные для проведения оптимизационного расчета	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Основы работы в системе MATLAB

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестовое задание и теоретические вопросы по Разделу 1 и 2.

Краткое содержание задания:

Программирование в системе MATLAB

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки				
Уметь: Проводить оптимизационный расчет при помощи специализированного программного обеспечения и оценивать на предмет адекватности полученные результаты расчёта	1. - Создать m-функцию, в которой реализован расчет функции $f(x, a, N)$. - Создать m-сценарий в котором: - записана информация: ФИО слушателя, вариант задания, описание входящих и выходящих переменных; - задаются значения x в интервале $[x_0, x_{\max}]$ с шагом h; - значения функции $f(x, a, N)$ рассчитываются на заданном интервале с помощью созданной m-функции для различных значений N; - результаты расчета выводятся на график. - Построить графики $f(x, a, N)$ для $N = 5, 10, 15$ в интервале $[x_0, x_{\max}]$ с шагом $h = (x_{\max} - x_0)/500$. Где, $a_n = \begin{cases} \frac{2n+1}{2}, & 0 \leq n < N/3 \\ 1, & N/3 \leq n < 2N/3 \\ \frac{1}{n}, & 2N/3 \leq n \leq N \end{cases}$ <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>$f(x, a, N)$</td> <td>$\sum_{n=0}^N a_n J_n(x)$</td> </tr> <tr> <td>$[x_0, x_{\max}]$</td> <td>$[0, 10]$</td> </tr> </table> $J_n(x)$ – функция Бесселя первого рода (besselj), $P_n(x)$ – функция полинома Лежандра (legendre).	$f(x, a, N)$	$\sum_{n=0}^N a_n J_n(x)$	$[x_0, x_{\max}]$	$[0, 10]$
$f(x, a, N)$	$\sum_{n=0}^N a_n J_n(x)$				
$[x_0, x_{\max}]$	$[0, 10]$				

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Решение задач оптимизации линейного и нелинейного программирования

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

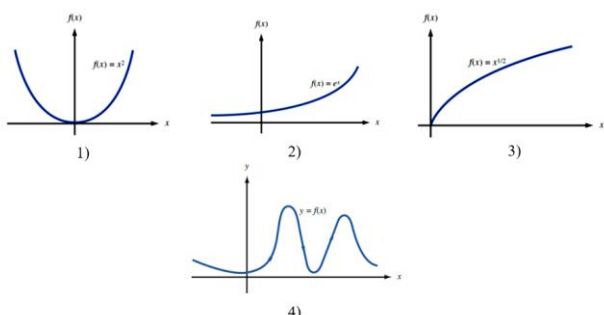
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

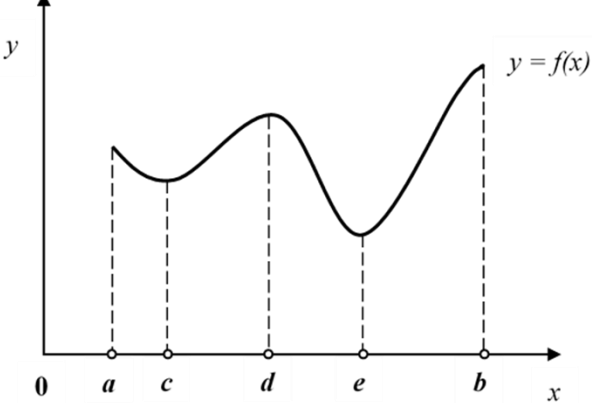
Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестовое задание и теоретические вопросы по Разделу 3, 4, и 5.

Краткое содержание задания:

Оптимизация линейного и нелинейного программирования

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Показатели функционирования энергосистемы, контролируемые параметры	1. Определите следующее предложение: _____ — критерий оптимизации, функция нескольких переменных, для которой определяется минимум или максимум в рамках оптимизационной задачи.
Знать: Программные средства для решения задач линейного и нелинейного программирования	1. К методам нелинейного математического программирования не относится: А) метод Ньютона-Рафсона; Б) градиентные методы; В) метод аппроксимации Фогеля; Г) метод Лагранжа. Являются ли эти функции выпуклыми (Convex), вогнутыми (Concave) или ни одной из них?  1) 2) 3) 4) А) 1) Concave, 2) Convex, 3) ни одной из них, 4) Convex; Б) 1) Convex, 2) Convex, 3) Concave, 4) ни одной из них; В) 1) Convex, 2) Concave, 3) Convex, 4) Concave; Г) 1) Concave, 2) Concave, 3) Convex, 4) ни одной из них. 2.
Уметь: Пользоваться методами метаэвристики проектирования, используемых для решения задач оптимизации электроэнергетики	1. На нелинейном графике выберите состояние каждой точки, чтобы определить следующее: локального минимума; абсолютный максимум; относительных максимума; абсолютного минимума.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	 a-; b-; c-; d-; e-
Уметь: Проводить оптимизационный расчет при помощи специализированного программного обеспечения и оценивать на предмет адекватности полученные результаты расчёта	С учетом (Ex0_main.m) и (Ex0_obj.m), выведите минимальное значение функции $f(x)$ для следующей функции и проверьте, является ли она линейной или нелинейной функцией? $\text{Min } f(x) = 100(x_2 - x_1^2)^2 + (1 - x_1)^2;$ $x_1 + x_2 \leq 1$ $2x_1 + x_2 = 1$ $x_0 = [0.5, 0]$ A) <code>linprog(-f,A,b,[],[],LB,UB);</code> Б) <code>x = linprog(f,A,b,[],[],LB,UB);</code> В) <code>x = fmincon(@Ex0_obj,x0,A,b,Aeq,beq);</code> 1. Г) <code>fmincon(@Ex0_main,x0,A,b,Aeq,beq);</code>

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Использование программные средства для решения задач программирования

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

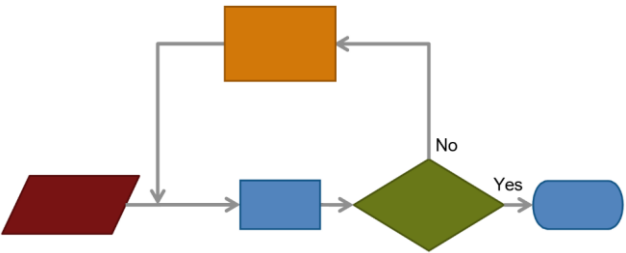
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестовая работа вопросы и задача.

Краткое содержание задания:

Ответы на вопросы по теме и решение задачи

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: Пользоваться методами метаэвристики проектирования, используемых для решения задач оптимизации электроэнергетики	1.Согласно процессу проектирования оптимальных решений, в нужных блоках должен быть заполнен следующий процесс: - Изменить переменные проекта; - Исходные переменные проекта; - Система; Достигнуты цели? - Оптимальный дизайн.  <pre> graph LR Start[/Start/] --> Process[Process] Process --> Decision{Decision} Decision -- Yes --> End([End]) Decision -- No --> Loop[] Loop --> Start </pre>
Уметь: Проводить оптимизационный расчет при помощи специализированного программного обеспечения и оценивать на предмет адекватности полученные результаты расчёта	Решите следующую нлинейную программу: $\begin{aligned} \text{Min } f(x) &= 100(x_2 - x_1^2)^2 + (1 - x_1)^2; \\ \left(x_1 - \frac{1}{3}\right)^2 + \left(x_2 - \frac{1}{3}\right)^2 &\leq \left(\frac{1}{3}\right)^2 \\ 0 \leq x_1 &\leq 0.5, \quad 0.2 \leq x_2 \leq 0.8 \end{aligned}$ а) Используйте симплексный алгоритм. б) Используйте командное окно Matlab. 1. с) Используйте m.file и m.function. 2.Семь этапов процесса построения модели для организации: 1- 2- 3- 4- 5- 6- 7-

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Применение методов построения и решения оптимизационных моделей к задачам электротехники

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестовое задание и теоретические вопросы по Разделу 6, 7, и 8.

Краткое содержание задания:

Расчет

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Механизмы программирования функций и порядков в MATLAB и MATPOWER	1.Чтобы запустить простой поток энергии Ньютона с параметрами по умолчанию в системе с 4 узлами, определенной в case4gs.m, в MATLAB введите: A) <code>run('case4gs');</code> B) <code>runpf('case4gs');</code> C) <code>mpc=loadcase('case4gs');</code> D) <code>results=runpf(mpc);</code> 2.Процесс MATPOWER состоит из трех этапов:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	Этап 1:; Этап 2:; Этап 3:;
Уметь: Готовить исходные данные для проведения оптимизационного расчета	1. Увеличить активную мощность потребителей в узле 4 до 100 МВт для 'case4gs', затем запустить поток мощности следующим образом: <pre>mpc= (.....) ; mpc.bus (...,3)=.....; % запустить поток мощности results=..... (.....) ;</pre>  2. Задача оптимального потока мощности может быть определена следующим образом: 1- Линейная или нелинейная задача? 2- Выпуклая, вогнутая или невыпуклая? целевая функция $\longrightarrow$ Minimize $J(x, u)$ (1) Ограничения, Равенство (2) и неравенство (3) $\longrightarrow$ $g(x, u)$ (2) $\longrightarrow$ $h(x, u)$ (3)
Уметь: Пользоваться методами метаэвристики проектирования, используемых для решения задач оптимизации электроэнергетики	1.Многокритериальная функция по одному критерию может быть выражена следующим образом: A) $F = \mu_1 F_1 + \mu_2 F_2$; B) $F = \mu_1 F_1$; C) $F = F_1$; D) $F = \mu_2 F_2$.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Процедура проведения

Каждый студент получает вопрос для письменного ответа.
Распределение вопросов в случайном порядке.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-5пк-1 Прогнозирует потребление электроэнергии и мощности с помощью математических и экономических методов

Вопросы, задания

- 1.Интерполяционный полином Лагранжа
- 2.Приближенное дифференцирование (на основе интерполяционного полинома Лагранжа)
- 3.Пример определения оптимального управления, применение уравнения Рикатти
- 4.Усовершенствование метода Эйлера для численного интегрирования дифференциальных уравнений
- 5.Численное интегрирование дифференциальных уравнений методом Эйлера
- 6.Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом Пикара
- 7.Численное дифференцирование (на основе интерполяционных полиномов Ньютона)
- 8.Квадратурная формула Чебышева
- 9.Обобщенная формула численного интегрирования Ньютона-Котеса
- 10.Метод численного интегрирования - метод Симпсона
- 11.Второй интерполяционный полином Ньютона

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Методы численного интегрирования расставить в порядке увеличения погрешности вычисления

Ответы:

1. Метод прямоугольников, метод трапеций, метод Симпсона, метод Чебышева, метод Ньютона-Котеса, 2. Метод Симпсона, метод Чебышева, метод Ньютона-Котеса, метод трапеций, метод прямоугольников 3. Метод Чебышева, метод Симпсона, метод Ньютона-Котеса, метод трапеций, метод прямоугольников 4. Метод Чебышева, метод Ньютона-Котеса, метод Симпсона, метод трапеций, метод прямоугольников 5. Метод Ньютона-Котеса, метод прямоугольников, метод Симпсона, метод Чебышева, метод трапеций

Верный ответ: 4

2.Методы приближенного решения дифференциальных уравнений расставить в порядке уменьшения погрешности вычислений

Ответы:

1. Метод Пикара, метод применения степенных рядов, метод Эйлера, метод Рунге-Кутты 1-го порядка, метод Рунге-Кутты 4-го порядка, метод Рунге-Кутты 2-го порядка, метод Адамса 2. Метод Пикара, метод применения степенных рядов, метод Рунге-Кутты 1-го порядка, метод Эйлера, метод Рунге-Кутты 2-го порядка, метод Рунге-Кутты 4-го порядка, метод Адамса 3. Метод применения степенных рядов, метод Пикара, метод

Рунге-Кутта 1-го порядка, метод Эйлера, метод Адамса, метод Рунге-Кутта 2-го порядка, метод Рунге-Кутта 4-го порядка 4. Метод Эйлера, метод применения степенных рядов, метод Пикара, метод Рунге-Кутта 1-го порядка, метод Адамса, метод Рунге-Кутта 2-го порядка, метод Рунге-Кутта 4-го порядка 5. Метод Пикара, метод применения степенных рядов, метод Эйлера, метод Рунге-Кутта 1-го порядка, метод Рунге-Кутта 2-го порядка, метод Рунге-Кутта 4-го порядка, метод Адамса 6. Метод применения степенных рядов, метод Пикара, метод Рунге-Кутта 1-го порядка, метод Эйлера, метод Рунге-Кутта 2-го порядка, метод Адамса, метод Рунге-Кутта 4-го порядка 7. Метод применения степенных рядов, метод Рунге-Кутта 1-го порядка, метод Эйлера, метод Пикара, метод Рунге-Кутта 2-го порядка, метод Адамса, метод Рунге-Кутта 4-го порядка

Верный ответ: 2 и 5

3. Что такое "обратное интерполирование" ?

Ответы:

1. Определение значений точек интерполяции по заданным значениям функции. 2. Определение значений функции вне диапазона точек интерполяции. 3. Определение с помощью экстраполяции значений функции. 4. Определение значений функции по заданным значениям точек интерполяции

Верный ответ: 1

4. Какие условия определяет "принцип оптимальности Беллмана" ?

Ответы:

1. Условие линейности целевой функции 2. Условие отсутствия последействия 3. Условия отсутствия последействия и аддитивности целевой функции 4. Условие деления управления процессами на равные отрезки

Верный ответ: 3

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Итоговая оценка по Барс-структуре + оценка по зачету.