

**Приложение 2 к РПД Теория надежности информационных систем  
09.03.02 Информационные системы и технологии  
Направленность (профиль) – Программно-аппаратные комплексы  
Форма обучения – очная  
Год набора - 2020**

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ  
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**1. Общие сведения**

1.	Кафедра	Информатики и вычислительной техники
2.	Направление подготовки	09.03.02 Информационные системы и технологии
3.	Направленность (профиль)	Программно-аппаратные комплексы
4.	Дисциплина (модуль)	Теория надежности информационных систем
5.	Форма обучения	очная
6.	Год набора	2020

**2. Перечень компетенций**

– способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач, моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область автоматизации организации (ПК-2).
--

### 3. Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
1. Основные понятия и определения теории надежности.	ПК-2	основные понятия и показатели надежности: безотказность, работоспособность, долговечность, ремонтпригодность	выполнять расчеты по формулам теории вероятностей: сложения и умножения вероятностей; полной вероятности; Байеса	методом расчета показателей надежности на основе методов классической теории вероятности	Решение задач
2. Показатели безотказности невосстанавливаемых и восстанавливаемых систем.	ПК-2	основные законы распределения наработки до отказа: показательный закон, нормальный закон, распределение Вейбулла – Гнеденко; комплексные показатели надежности.	Производить расчет статистических оценок показателей надежности.	методами расчета вероятности безотказной работы, вероятности отказа, интенсивности отказов, средней наработки до отказа.	Практическая работа, решение задач
3. Методы расчета надежности.	ПК-2	типовые случаи расчета надежности сложных систем: последовательное соединение, параллельное соединение, соединение типа m из n, мостиковое соединение	применять математические модели расчета надежности для различных типовых соединений	практическими навыками применения формул и алгоритмов расчета надежности сложных систем	Практическая работа
4. Надежность систем «Человек-машина».	ПК-2	характеристику человека-оператора как звена АСОИУ		алгоритмом расчета надежности функционирования с учетом действия оператора в автоматизированной системе;	Тест
5. Экспериментальная оценка надежности.	ПК-2	понятие экспериментальной оценки надежности; общие принципы обеспечения контроля надежности при серийном производстве; статистические методы контроля надежности серийных систем.		методикой организации и проведения испытаний на надежность	

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
6. Резервирование систем.	ПК-2	виды резервирования; различные подходы к решению задачи оптимального резервирования	выполнять постановку задачи оптимального резервирования применять различные подходы к решению задачи оптимального резервирования.	алгоритмом расчета резервирования систем на основе метода динамического программирования	Практическая работа
7. Эргономика и качество ИС.	ПК-2	основы эргономического обеспечения разработки АСОИУ		понятийно-категориальным аппаратом	Тест
8. Эффективность информационных систем.	ПК-2	подходы к оценке эффективности информационных систем; принципы построения методики оценки эффективности информационных систем		понятийно-категориальным аппаратом	
9. Надежность программного обеспечения.	ПК-2	причины отказов ПО. основные показатели надежности программного обеспечения; модели надежности программного обеспечения		методикой расчета надежности программного обеспечения по различным моделям	Тест
10. Итоговая контрольная работа	ПК-2	структурные методы расчета надежности систем	анализировать деревья отказов и вычислять по нему вероятность безотказной работы системы	классическим методом расчета надежности; логико-вероятностным методом расчета надежности; топологическим методом расчета надежности	Контрольная работа

## 4. Критерии и шкалы оценивания

### 4.1. Тест

Процент правильных ответов	до 50	51-60	61-80	81-100
Количество баллов за ответы	0	1	2	3

### 4.2. Решение задач

**5 баллов** выставляется, если обучающийся решил все рекомендованные задачи, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

**3 балла** выставляется, если обучающийся решил не менее 85% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

**2 балла** выставляется, если обучающийся решил не менее 65% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

**1 балл** - если обучающийся выполнил менее 50% задания, и/или неверно указал варианты решения.

### 4.3. Выполнение практической работы

**5 баллов** выставляется, обучающийся выполнил полностью все задания указанные в практической работе и может аргументировано пояснить ход своего решения.

**2 балла** выставляется, если обучающийся выполнил не менее 85 % заданий указанных в практической работе, и может аргументировано пояснить ход своего решения и указать.

**1 балл** выставляется, если обучающийся решил не менее 50% заданий указанных в практической работе, и может аргументировано пояснить ход своего решения.

**0 баллов** выставляется, если обучающийся не может аргументировано пояснить ход своего решения.

В случае если сроки сдачи работ превышены, количество баллов сокращается на 50%.

### 4.4. Контрольная работа

**20 баллов** - обучающийся решил все рекомендованные задачи, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо);

**15 баллов** - обучающийся решил не менее 85% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо);

**10 баллов** - обучающийся решил не менее 65% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо);

**4 балла** - обучающийся выполнил менее 50% задания и/или неверно указал варианты решения.

### 4.5. Выполнение задания на составление глоссария

	Критерии оценки	Количество баллов
1.	аккуратность и грамотность изложения, работа соответствует по оформлению всем требованиям	2
2.	полнота исследования темы, содержание глоссария	3

	соответствует заданной теме	
	<b>ИТОГО:</b>	<b>5 баллов</b>

**5. Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**5.1. Типовое тестовое задание**

- Какая характеристика объекта является законом распределения времени до его отказа.
  - вероятность безотказной работы
  - интенсивность отказов
  - вероятность отказа
  - коэффициент готовности
- Какое свойство надежности системы описывается через закон распределения длительности его восстановления.
  - сохраняемость
  - ремонтпригодность
  - долговечность
  - безотказность
- Чем отличается экспоненциальное распределение от показательного.
  - функция распределения для экспоненциального распределения есть интеграл от функции распределения для показательного распределения
  - ничем
  - функция распределения для показательного распределения есть интеграл от функции распределения для экспоненциального распределения
  - функция распределения для экспоненциального распределения есть дифференциал от функции распределения для показательного
- Основное с точки зрения надежности соединение элементов.
  - последовательное
  - параллельное
  - смешанное
  - мостиковое
- Определите вид резервирования, при котором, резервирование происходит без перестройки структуры объекта при возникновении отказа его элемента.
  - Автоматическое
  - Постоянное
  - Скользящее
  - Нагруженное
- Передающее устройство состоит из 3 блоков (вероятности отказов блоков и величины затрат на каждый блок приведены в таблице). Требуется определить оптимальный состав устройства, который может быть получен путем введения нагруженного резерва (ограничения по отказам и стоимости даны в таблице).

Условие задачи: 3 блока				Ограничения	
№ блока	1	2	3	$Q_0 =$	0,07
P (отказа)	0,06	0,13	0,05	$C_0 =$	220
стоимость	30	40	15		

А. 2;2;1  
 В. 2;1;1  
 С. 1;2;1

D. 1;2;2

7. В какой модели надежности ПО предполагается, что интенсивность ошибок описывается кусочно-постоянной функцией, пропорциональной числу не устраненных ошибок.

A. Экспоненциальная модель (модель Шумана)

B. Эвристическая модель

C. Статистическая модель Миллса

D. Модель с дискретным убыванием интенсивности отказов (модель Джелинского — Моранды).

8. В результате анализа данных об отказах аппаратуры плотность распределения отказов получена в виде:  $f(t) = c_1 \cdot \lambda_1 \cdot e^{-\lambda_1 t} + c_2 \cdot \lambda_2 \cdot e^{-\lambda_2 t}$ . Требуется определить ВБР: (A).

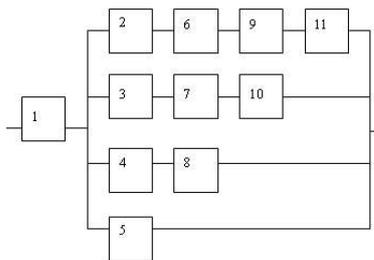
A.  $P(t) = 1 - Q(t) = 1 - (c_1 + c_2) + c_1 e^{-\lambda_1 t} + c_2 e^{-\lambda_2 t}$

B.  $P(t) = 1 - Q(t) = (c_1 + c_2) + c_1 e^{-\lambda_1 t} + c_2 e^{-\lambda_2 t}$

C.  $P(t) = 1 - Q(t) = 1 - (c_1 e^{-\lambda_1 t} + c_2 e^{-\lambda_2 t})$

D.  $P(t) = 1 - Q(t) = c_1 e^{-\lambda_1 t} + c_2 e^{-\lambda_2 t}$

Вопрос № 9. Чему равна надежность системы представленной на схеме, если надежность каждого узла равна p.



A.  $p[1 - (1 - p^4)(1 - p^3)(1 - p^2)(1 - p)]$

B.  $p[(1 - p^4)(1 - p^3)(1 - p^2)(1 - p)]$

C.  $(1 - p)[1 - (1 - p^4)(1 - p^3)(1 - p^2)(1 - p)]$

D.  $1 - p[1 - (1 - p^4)(1 - p^3)(1 - p^2)(1 - p)]$

Вопрос № 10. Перечислите основные символы, используемые при построении *Дерева отказов* (Fault tree):

A. Схема И

B. Схема ИЛИ

C. Схема ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ

D. Схема НЕТ

**Ключи:** 1 – A; 2 – B; 3 – B; 4 – A; 5 – B; 6 – C; 7 – D; 8 – A; 9 – A; 10 – A,B.

## 5.2. Пример решения задачи

### Пример 1.

Какова ВБР объекта в течении средней наработки до отказа, если плотность распределения наработки до отказа:  $f(t) = \lambda \cdot \exp[-\lambda \cdot t]$ .

**Решение.**

Подчитаем ВБР и среднюю наработку на отказ:

$$T_0 = \int_0^{\infty} P(t) dt = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda}.$$

$$P(t) = \int_t^{\infty} f(t)dt = \int_t^{\infty} \lambda \cdot e^{-\lambda t} dt = e^{-\lambda t}.$$

Отсюда выразим ВБР в течении средней наработки на отказ:

$$P(T_0) = e^{-\lambda} = e^{-1} = 0.37$$

**Ответ:**  $P(T_0) = e^{-\lambda} = e^{-1} = 0.37$

### 5.3. Пример задания на практическую работу

*Тема:* Метод динамического программирования для расчета резервирования систем.

*Задание к работе:*

Рассчитать оптимальный состав устройства, который может быть получен путем введения нагруженного резерва при условии, что вероятность отказа устройства – величина  $q \leq Q_0$ ; а затраты на каждый блок –  $c \leq C_0$ . Условие задачи приведено в таблице:

Условие задачи: 3 блока			
№ блока	1	2	3
Р (отказа)	0,05	0,12	0,04
стоимость	30	40	15

Ограничения	
Q <sub>0</sub> =	0,06
C <sub>0</sub> =	200

*Указание к работе:*

Решение задачи выполнить в электронной таблице Calc. Все вычисления оформить в виде формул.

*Вопросы к работе:*

- Какие бывают методы резервирования систем?
- По каким признакам осуществляется классификация различных способов структурного резервирования?
- Приведите основные формулы для расчета надежности систем с нагруженным резервированием.
- Приведите основные формулы для расчета надежности систем с нагруженным резервированием.
- Приведите постановку задачи оптимального резервирования систем.
- Какие есть методы решения задачи оптимального резервирования систем?
- В чем состоит главная идея динамического программирования?
- Приведите алгоритм решения задачи оптимального резервирования методом динамического программирования.

### 5.4. Пример контрольной работы

#### Задача №\_1

Прибор состоит из двух узлов: работа каждого узла безусловно необходима для работы прибора в целом. Надежность (вероятность безотказной работы в течение времени t) первого узла равна  $p_1$ , второго  $p_2$ . Прибор испытывался в течение времени t, в результате чего обнаружено, что он вышел из строя (отказал). Найти вероятность того, что отказал только первый узел, а второй исправен.

#### Задача №\_2

В результате анализа данных об отказах изделия установлено, что плотность распределения отказов имеет вид:  $f(t) = 2e^{-t} (1 - e^{-t})$ . Необходимо найти количественные характеристики надежности  $P(t)$ ,  $f(t)$ ,  $\lambda(t)$ ,  $Mt$

#### Задача №\_3

Имеется ИС, которая состоит из двух серверов (№1 и №2), которые расположены последовательно. При отказе одного из серверов система неработоспособна, возможен отказ двух серверов одновременно. Приняты обозначения:

- $\lambda_1$  - интенсивность отказа первого сервера;
- $\lambda_2$  - интенсивность отказа второго сервера;
- $\lambda_{12}$  - интенсивность отказов двух серверов одновременно;
- $\mu_1$  - интенсивность восстановления первого сервера;
- $\mu_2$  - интенсивность восстановления второго сервера.

Для обслуживания серверов существует только одна бригада ремонтников, которая ремонтирует тот сервер который отказал первым. В случае отказа одновременно двух серверов ремонту подвергается сначала первый (№1), а потом второй (№2) сервер.

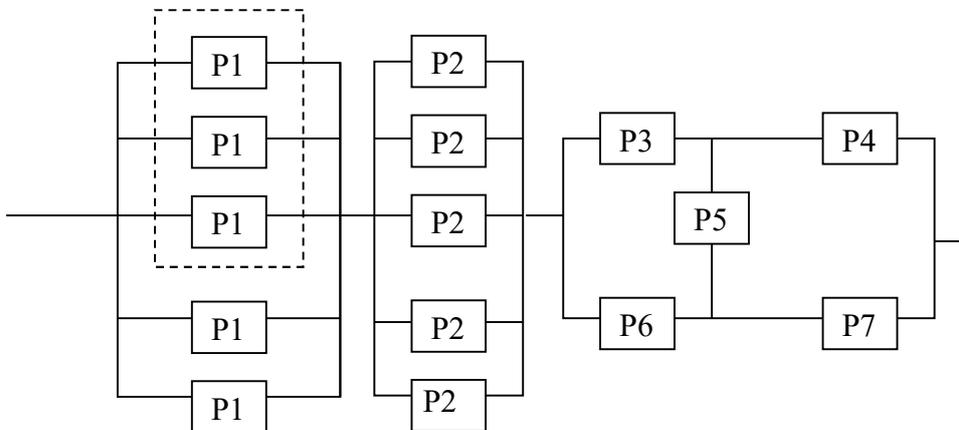
**Необходимо:**

- Перечислить возможные состояния.
- Построить граф переходов.
- Определить топологическим методом показатели надежности:  $C_i$ ,  $P_c$ ,  $K_r$ .

**Задача №\_4**

По структурной схеме надежности технической системы в соответствии с вариантом задания:

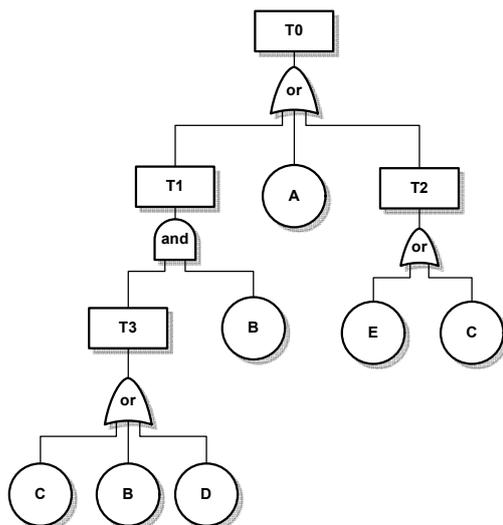
- преобразовать исходную схему к простейшему виду;
- вычислить надежность системы, при условии, что надежность каждого элемента равна  $p_i$ .



**Задача 5.**

Вычислить вероятность появления завершающего события для **дерева отказов (ДО)**, приведенного ниже. Упростить ДО и вычислить вероятность завершающего события **T0**, при условии, что события **A, B, C, D, E** независимы и  $P(A) = P(B) = P(C) = P(D) = P(E) = 1/5 = 0,2$ .

*1 вариант*



**Задача 6.**

По структурной схеме надежности технической системы в соответствии с вариантом задания, требуемому значению вероятности безотказной работы системы  $\gamma$  и значениям интенсивностей отказов ее элементов  $\lambda$ ,

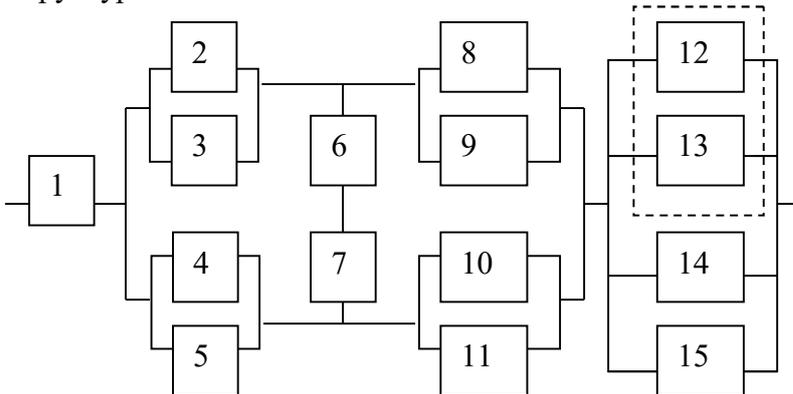
№ вар.	$\gamma, \%$	Интенсивность отказов элементов, $\lambda, \times 10^{-6} 1/ч$														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	90	0.1	0.5				0.1	0.6				0.1				
2	95	0.2	0.5						0.6			0.1				

требуется:

1. Построить график изменения вероятности безотказной работы системы от времени наработки в диапазоне снижения вероятности до уровня **0,1 – 0,2**.
2. Определить  $\gamma$  – процентную наработку технической системы.
3. Обеспечить увеличение  $\gamma$  – процентной наработки не менее чем в 1,5 раза за счет:
  - A) повышения надежности элементов;
  - B) структурного резервирования элементов системы.

Все элементы системы работают в режиме нормальной эксплуатации (экспоненциальный закон распределения). Резервирование отдельных элементов или групп элементов осуществляется идентичными по надежности резервными элементами или группами элементов. Переключатели при резервировании считаются идеальными.

Структурная схема системы:



Значения интенсивности отказов элементов даны в  $10^{-6} 1/ч$ .

$$\lambda_1 = 0,001;$$

$$\lambda_2 = \lambda_3 = \lambda_4 = \lambda_5 = 0,1;$$

$$\lambda_6 = \lambda_7 = 0,01;$$

$$\lambda_8 = \lambda_9 = \lambda_{10} = \lambda_{11} = 0,2;$$

$$\lambda_{12} = \lambda_{13} = \lambda_{14} = \lambda_{15} = 0,5;$$

$$\gamma = 50\%.$$

**5.5. Вопросы к зачету**

1. Основные понятия и определения надежности. Отказ, классификация отказов.
2. Безотказность, работоспособность, долговечность, ремонтпригодность и восстанавливаемость.
3. Методы повышения надежности.
4. Система показателей надежности: показатели безотказности невосстанавливаемых систем.

5. Условные показатели безотказности невосстанавливаемых систем.
6. Статистическая оценка значений показателей безотказности невосстанавливаемых систем.
7. Показатели безотказности восстанавливаемых систем.
8. Показатели сохраняемости.
9. Показатели ремонтпригодности.
10. Показатели долговечности.
11. Комплексные показатели надежности.
12. Показатели безопасности.
13. Функция риска. Стратегии управления риском.
14. Классические методы расчета надежности: последовательное и параллельное соединение элементов системы.
15. Математические модели расчета надежности с использованием теории марковских процессов.
16. Логико-вероятностный метод расчета надежности.
17. Топологический метод расчета надежности.
18. Структурный метод расчета надежности человеко-машинных систем. Понятия операционных, функциональных и программных единиц.
19. Структурный метод расчета надежности человеко-машинных систем. Надежностные характеристики основных функциональных единиц: рабочий блок, блок задержки, блок решения.
20. Структурный метод расчета надежности человеко-машинных систем. Надежностные характеристики вспомогательных функциональных единиц: блок контроля ошибок, блок диагностического контроля.
21. Показатели надежности программных единиц. Последовательно выполняемые рабочие блоки.
22. Показатели надежности программных единиц. Типовой блок контроля.
23. Показатели надежности программных единиц. Типовой блок с предварительным контролем.
24. Методика оценки надежности человеко-машинных систем.
25. Понятие экспериментальной оценки надежности.
26. Организация испытаний и сбор информации.
27. Оценка показателей надежности по экспериментальным данным
28. Определение законов распределения наработки на отказ
29. Статистическая оценка показателей надежности при определительных испытаниях.
30. Общие принципы обеспечения контроля надежности при серийном производстве.
31. Статистические методы контроля надежности серийных систем.
32. Виды резервирования систем.
33. Постановка задачи оптимального резервирования.
34. Решение задачи оптимального резервирования методом динамического программирования.
35. Понятие эффективности информационных систем.
36. Подходы к оценке эффективности информационных систем.
37. Оценка технической эффективности информационных систем на основе методов оценки технической эффективности, функционирования сложных систем. Модель технической эффективности систем кратковременного действия.
38. Оценка технической эффективности информационных систем на основе методов оценки технической эффективности, функционирования сложных систем. Модель технической эффективности систем длительного действия.
39. Надежность программного обеспечения. Причины отказов ПО. Основные показатели надежности программного обеспечения.
40. Модель надежности ПО с дискретно-понижающей частотой появления ошибок.

41. Модель надежности ПО с дискретным увеличением времени наработки на отказ.
42. Экспоненциальная модель надежности ПО

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**  
**09.03.02 Информационные системы и технологии**  
**Направленность (профиль) «Программно-аппаратные комплексы»**

(код, направление, профиль)

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

Шифр дисциплины по РУП	<b>Б1.В.14</b>		
Дисциплина	<b>Теория надежности информационных систем</b>		
Курс	<b>3</b>	семестр	<b>5</b>
Кафедра	<b>Информатики и вычислительной техники</b>		
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность	<b>Тоичкин Николай Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры информатики и вычислительной техники</b>		
Общ. трудоемкость <sup>час/ЗЕТ</sup>	<b>72/2</b>	Кол-во семестров	<b>1</b>
ЛК <sup>общ./тек. сем.</sup>	<b>16/16</b>	ЛБ <sup>общ./тек. сем.</sup>	<b>-/-</b>
Форма контроля	<b>Зачет</b>		
СРС <sup>общ./тек. сем.</sup>	<b>40/40</b>		

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**

– способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач, моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область автоматизации организации (ПК-2).

Код формируемой компетенции	Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
<b>Вводный блок</b>				
Не предусмотрен				
<b>Основной блок</b>				
ПК-2	Решение тестов	3	9	В течение семестра
ПК-2	Практические работы	3	15	В течение семестра по расписанию занятий
ПК-2	Решение задач	2	10	В течение семестра по расписанию занятий
ПК-2	Контрольная работа	1	20	В течение семестра по расписанию занятий
<b>Всего:</b>			<b>60</b>	
ПК-2	Зачет	Вопрос 1 Вопрос 2	20 20	По расписанию сессии
<b>Всего:</b>			<b>40</b>	
<b>Итого:</b>			<b>100</b>	
<b>Дополнительный блок</b>				
ПК-2	Выполнение дополнительной практической работы		5	по согласованию с преподавателем
ПК-2	Подготовка глоссария		5	
<b>Всего:</b>			<b>10</b>	

Шкала оценивания в рамках балльно-рейтинговой системы МАГУ: «2» - 60 баллов и менее, «3» - 61-80 баллов, «4» - 81-90 баллов, «5» - 91-100 баллов.