



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

**ОЛИМПИАДА «Я – МАГИСТР»
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В МАГИСТРАТУРУ в 2026 году**

**35.04.06 АГРОИНЖЕНЕРИЯ ПРОГРАММА ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В
АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ
К ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОМУ ЭТАПУ ОЛИМПИАДЫ**

Составители:

Бабенко О.С., ассистент кафедры «Проектирование и технический сервис
транспортно-технологических систем»

Председатель методической комиссии:

Журба В.В., доцент кафедры «Проектирование и технический сервис транспортно-
технологических систем»

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

Характер и уровень сложности олимпиадных задач направлены на достижение целей проведения Олимпиады: выявление и поддержка лиц, проявивших выдающиеся способности; стимулирование учебно-познавательной и научно-исследовательской деятельности обучающихся; развитие у обучающихся интеллектуальных и творческих способностей; создание необходимых условий для формирования качественного контингента магистрантов, ориентированных на продолжение академической карьеры; формирование системы непрерывного взаимодействия с одаренной и талантливой молодежью; распространение и популяризация научных знаний; привлечение талантливой молодежи, в том числе из зарубежных стран, к обучению в магистратуре.

Задания дифференцированы по сложности и требуют различных временных затрат на верное и полное решение. Задания направлены на выявление интеллектуального потенциала, аналитических способностей и креативности мышления участников и т.п.

Очный этап Олимпиады проводится только в письменной форме. Каждый участник Олимпиады получает бланк с заданием содержащий 5 заданий. При выполнении заданий требуется:

1. Чёткость и структурированность решения: каждый шаг решения должен быть логически обоснован.
2. Использование формул и единиц измерения: все расчёты должны сопровождаться применяемыми формулами, единицы измерения — соответствовать системе СИ.
3. Оформление таблиц и графиков: при необходимости данные следует представлять в виде таблиц или графиков (например, при построении вариационных рядов).
4. Интерпретация результатов: каждый ответ должен содержать краткий вывод или пояснение.
5. Учёт исходных данных: все расчёты должны опираться на данные, приведённые в условии.

При подготовке к Олимпиаде следует повторить приведенные ниже темы.

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ, ВКЛЮЧЕННЫХ В ЗАДАНИЯ ОЛИМПИАДЫ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ЭТАПА 2025/2026 УЧЕБНОГО ГОДА

Тема 1. Определение вероятности появления случайной величины. Законы сложения и умножения вероятностей.

Цель работы: изучение законов сложения и умножения вероятностей случайных величин.

Пример вопроса.

Были проведены испытания 20 тракторов. При этом установлено, что у трех тракторов эксплуатационные отказы появились в интервале наработок от 100 до 200 мото-часов, у шести – в интервале от 200 до 300 мото-часов, у восьми – в интервале

от 300 до 400 мото-часов, у двух – в интервале от 400 до 500 мото-часов и наконец, у одного – в интервале от 500 до 600 мото-часов.

Требуется определить, чему равна опытная вероятность появления эксплуатационного отказа в каждом интервале наработки трактора?

Решение

Пользуясь формулой

$$P(A) = \frac{m}{N},$$

где $P(A)$ – опытная вероятность появления случайного события A ;

m – опытное число благоприятных случаев появления случайного события A ;

N – общее количество опытов или повторностей информации или число наблюдаемых машин.

Определим вероятность появления эксплуатационного отказа в различных интервалах наработок тракторов:

$$P(\text{от } 0 \text{ до } 100) = \frac{0}{20} = 0 \text{ или } 0 \%;$$

$$P(\text{от } 100 \text{ до } 200) = \frac{3}{20} = 0,15 \text{ или } 15 \%;$$

$$P(\text{от } 200 \text{ до } 300) = \frac{6}{20} = 0,30 \text{ или } 30 \%;$$

$$P(\text{от } 300 \text{ до } 400) = \frac{8}{20} = 0,40 \text{ или } 40 \%;$$

$$P(\text{от } 400 \text{ до } 500) = \frac{2}{20} = 0,10 \text{ или } 10 \%;$$

$$P(\text{от } 500 \text{ до } 600) = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ или } 5 \%;$$

В том случае, если интересующее событие A объединяет группу или сумму событий A_1, A_2, A_3 и т.д., то вероятность появления этого события A или вероятность суммы событий $A_1 + A_2 + A_3$ и т.д. равно сумме вероятностей этих событий

$$P(A_1 + A_2 + A_3) = P(A_1) + P(A_2) + P(A_3).$$

Тема 2. Статистическая обработка данных и законы распределения

Выбор теоретического закона распределения времени работы до отказа вала бильного устройства

Статистическая информация о времени работы до отказа бильного устройства, полученная в хозяйствах района, сведена в вариационный ряд (таблица 1). Количество машин данного типа хозяйств 20. Всего $N = 36$.

Таблица 1 - Информация о времени работы до отказа

№ жатки	Наработка до отказа, ч	№ жатки	Наработка до отказа, ч	№ жатки	Наработка до отказа, ч
1	500	13	1300	25	2560
2	510	14	1400	26	2600
3	600	15	1540	27	2700
4	750	16	1600	28	2820
5	780	17	1700	29	2900
6	800	18	1800	30	3000
7	870	19	1900	31	3100
8	900	20	1950	32	3200

9	950	21	2000	33	3350
10	1000	22	2200	34	3400
11	1100	23	2300	35	3520
12	1200	24	2400	36	3600

Используется графический метод с использованием вероятностной бумаги для нормального закона распределения и закона распределения Вейбулла.

Для упрощения построений и последующих расчетов показателей закона распределения, выбираются равномерно расположенные семь точек: №№ 4, 9, 14, 19, 24, 30 и 36.

Величина накопленной вероятности выбранных точек, $\sum_1^i P_i$, определяется по уравнению:

$$\sum_1^i P_i = \frac{N_{\text{oi}}}{N+1}, \quad (1)$$

где N_{oi} – порядковый номер i -ой точки в таблице исходной информации;

N – число значений в вариационном ряду, $N = 36$.

$$\begin{aligned} \text{№ 4} - T_4 &= 750 \text{ ч}, & \sum P_4 &= 0,1; \\ \text{№ 9} - T_9 &= 950 \text{ ч}, & \sum_1^9 P_9 &= \frac{9}{36+1} = 0,243; \\ \text{№ 14} - T_{14} &= 1400 \text{ ч}, & \sum P_{14} &= 0,378; \\ \text{№ 19} - T_{19} &= 1900 \text{ ч}, & \sum P_{19} &= 0,514; \\ \text{№ 24} - T_{24} &= 2400 \text{ ч}, & \sum P_{24} &= 0,649; \\ \text{№ 30} - T_{30} &= 3000 \text{ ч}, & \sum P_{30} &= 0,811; \\ \text{№ 36} - T_{36} &= 36000 \text{ ч}, & \sum P_{36} &= 0,973; \end{aligned}$$

По полученным данным строятся интегральные прямые с использованием вероятностной бумагой и определяются параметры нормального закона распределения (рисунок 1).

Для нормального закона распределения:

– среднее значение показателей надежности, $\bar{t}$, соответствует точке пересечения интегральной прямой с ординатой $F(t) = 0,5 \rightarrow \bar{t} = 190 \text{ ч}$;

– значение среднего квадратического отклонения, S , равно разности абсцисс точек с ординатами $F(t) = 0,5(\bar{t})$ и $F(t) = 0,3 (t = 1300 \text{ ч})$:

$$S = \bar{t} - t, \quad (2)$$

$$S = 1900 - 1300 = 600 \text{ ч};$$

– коэффициент вариации для ЗНР, V , определим по формуле

$$V = \frac{S}{t - t_{\text{см}}}, \quad (3)$$

где $t_{\text{см}}$ – величина смещения, определяется по формуле

$$t_{\text{см}} = t_1 - (t_3 - t_1)/2, \quad (4)$$

$$t_{\text{см}} = 500 - (600 - 500)/2 = 200 \text{ ч}.$$

$$V = \frac{600}{1900 - 200} = 0,35.$$

Для закона распределения Вейбулла (ЗРВ) (см. рисунок 1)

Параметр масштаба, a , определяется по формуле

$$a = t - t_{\text{см}}, \quad (5)$$

где t – определяется как абсцисса точки пересечения интегральной прямой с ординатой $F(t) = 0,632 \rightarrow t = 20 \cdot 10^\gamma$,

где γ – масштаб времени, выбирается так, чтобы интегральная прямая попала в середину вероятностной бумаги; $\gamma = 2$.

$$t = 20 \cdot 10^2 = 2000 \text{ ч},$$

$$a = 2000 - 200 = 1800 \text{ ч},$$

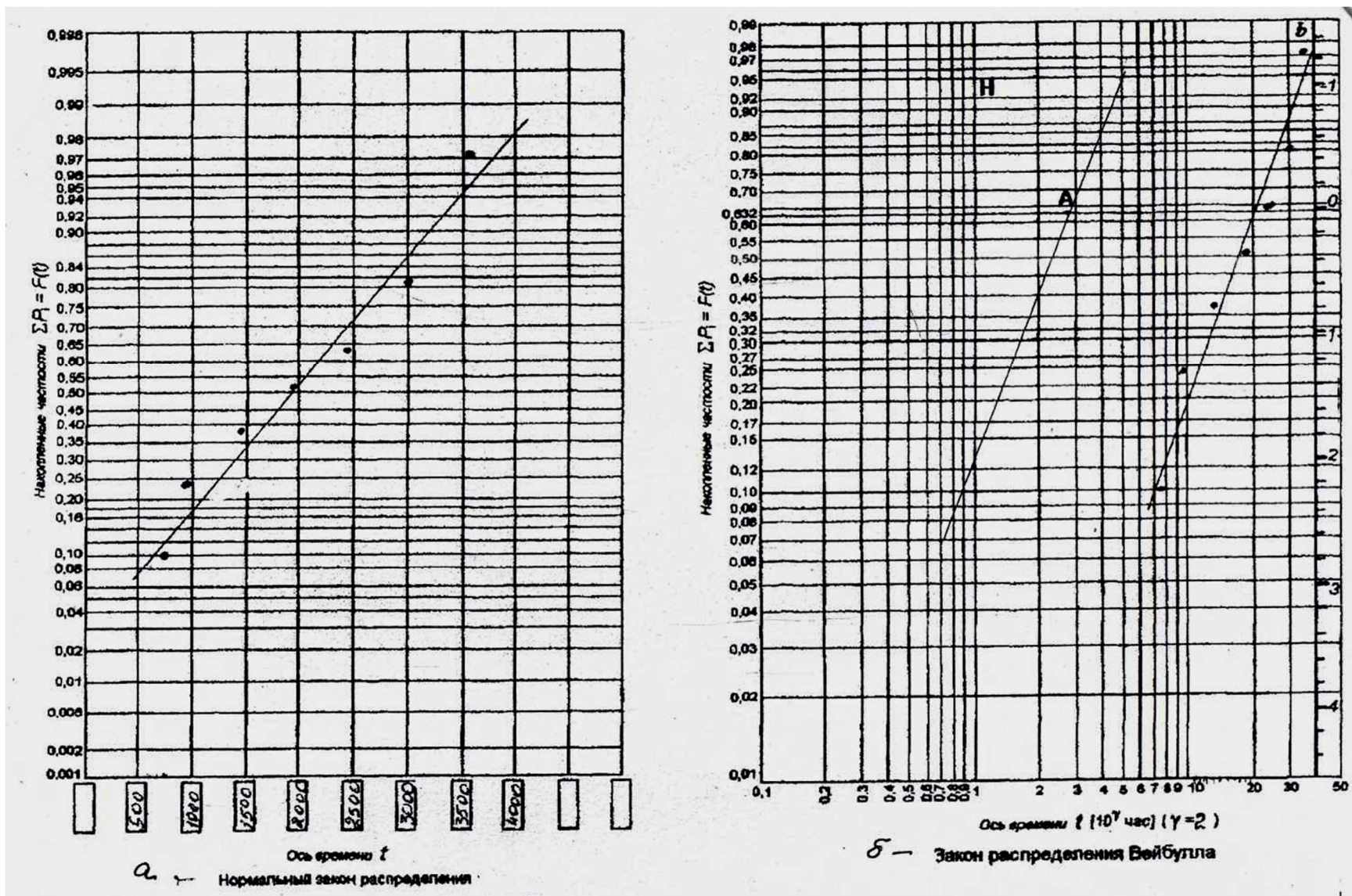


Рисунок 1 - Законы распределения:

a – нормальный закон распределения; b – закон распределения Вейбулла

Параметр формы b определяют, как ординату (по оси b) точки пересечения вертикальной прямой H и прямой, проведенной параллельно интегральной через точку A .

$$b = 2.$$

Остальные параметры закона распределения Вейбулла определяются по таблице нормативной информации для $b = 2$:

$$V = 0,527; K_b = 0,886; C_b = 0,468; S_b = 0,645.$$

Среднее время работы до отказа определим по формуле

$$\bar{t} = t_{\text{см}} + K_b \alpha, \quad (6)$$

$$\bar{t} = 200 + 0,886 \cdot 1800 = 1794,8 \text{ ч.}$$

Доверительные границы рассеивания одиночных и средних значений времени работы до отказа вала бильного устройства

Задаются значения доверительных вероятностей: $\beta = 0,90$ и для закона распределения Вейбулла ($b = 2,16$ и для $N_m = 10$) определяются по таблице нормативной информации величины коэффициентов:

$$r_1 = 1,83; r_3 = 0,64.$$

Нижняя доверительная граница, $\bar{t}_\beta^H$, определяется по формуле

$$\bar{t}_\beta^H = (\bar{t} - t_{\text{см}}) \cdot \sqrt[b]{r_3} + t_{\text{см}}, \quad (7)$$

$$\bar{t}_\beta^H = (1794,8 - 200) \cdot \sqrt[2]{0,64} + 200 = 1475,84 \text{ ч.}$$

Верхняя доверительная граница, $\bar{t}_\beta^B$, определяется по формуле

$$\bar{t}_\beta^B = (\bar{t} - t_{\text{см}}) \cdot \sqrt[b]{r_1} + t_{\text{см}}, \quad (8)$$

$$\bar{t}_\beta^B = (1794,8 - 200) \cdot \sqrt[2]{1,83} + 200 = 2357,4 \text{ ч.}$$

Доверительный интервал, $\bar{I}_\beta$, определим по формуле

$$\bar{I}_\beta = \bar{t}_\beta^B - \bar{t}_\beta^H, \quad (9)$$

$$\bar{I}_\beta = 2357,4 - 1475,84 = 881,56 \text{ ч.}$$

Относительную ошибку переноса для односторонней доверительной вероятности β_0, δ , определим по формуле

$$\delta = \frac{\bar{t}_\beta^B}{\bar{t} - t_{\text{см}}} \cdot 100 \%, \quad (10)$$

$$\delta = \frac{2357,4 - 1794,8}{1794,8 - 200} = 35 \%.$$

Следовательно, среднее время работы жатки до отказа составит 1476 ч при относительной ошибке в 35 %.

Определить значение доверительных интервалов для закона распределения Вейбулла ($b = 2,16, N_m = 20$).

Тема 3. Надёжность технических систем

На испытание представлено $N_0 = 400$ жаток. За время $t = 180$ час отказало $n(t) = 200$ изделий, за интервал времени $\Delta t = 60$ час отказало $n(\Delta t) = 30$ жаток. Требуется определить $\bar{P}(180)$, $\bar{P}(180 + 30)$, $\bar{a}(180 + 30)$, $\bar{\lambda}(180 + 30)$.

Находим вероятность безотказной работы:

Для $t_H = 180$ час (начало интервала) по формуле

$$\bar{P}(180) = \frac{N_0 - n(180)}{N_0},$$

$$\bar{P}(180) = \frac{400 - 200}{400} = 0,5.$$

Для $t_H = 180 + 60 = 240$ час (начало интервала) по формуле

$$\bar{P}(240) = \frac{400 - 230}{400} = 0,425.$$

Определим среднее число исправно работающих образцов в интервале Δt :

$$N_{cp} = \frac{N_i - N_{i+1}}{2}, \quad (4.1)$$

$$N_{cp} = \frac{200 + 60}{2} = 130.$$

Число отказавших изделий за время $t = 180 + 30 = 210$ ч.

$$n(210) = N_0 - N_{cp},$$

$$n(210) = 400 - 130 = 270,$$

тогда по формуле

$$\bar{P}(210) = \frac{400 - 270}{400} = 0,325 \text{ 1/час.}$$

Определим частоту отказа по формуле

$$\bar{a}(210) = \frac{n(\Delta t)}{\Delta t \cdot N_0},$$

$$\bar{a}(210) = \frac{60}{60 \cdot 400} = 0,025 \text{ 1/час.}$$

Определим интенсивность отказа по формуле

$$\bar{\lambda}(210) = \frac{n(\Delta t)}{\Delta t \cdot N_{cp}},$$

$$\bar{\lambda}(210) = \frac{60}{60 \cdot \frac{200 + 60}{2}} = 0,0077 \text{ 1/час}$$

Тема 3. Расчёт износа и остаточного ресурса деталей

Имеем $I_{пред} = 0.1 \text{ мм}$. Определить необходимость восстановления детали, если при третьем периодическом ремонте её износ оказался равным 0.08 мм. Подсчитаем $I_{доп}$ по формуле:

$$I_{доп} = \frac{K}{K+1} \cdot I_{пред}, \quad (1)$$

$$I_{доп} = \frac{3}{3+1} \cdot 0.1 = 0.075 \text{ мм.}$$

Следовательно, деталь необходимо восстанавливать, хотя её износ и меньше, чем $I_{пред}$ ($0.08 < I_{пред} = 0.1$); она не может работать до следующего периодического

ремонта, так как $I_{дон} = 0.075$ меньше величины её физического износа, равной 0.08 мм.

КРИТЕРИИ ПРОВЕРКИ

Вариант заключительного этапа Олимпиады по направлению 35.04.06 Агроинженерия (программа «Технический сервис в агропромышленном комплексе») включает в себя 5 заданий. Каждое задание оценивается от 0 до 20 баллов. Наибольшая итоговая сумма баллов, которой могут быть оценены ответы на все вопросы олимпиадного варианта при условии отсутствия в них ошибок, неправильных, неполных или неточных ответов, равна 100. Неверные ответы оцениваются в 0 баллов. Возможен частичный зачёт баллов за неполный ответ на задание. Под неполным понимается ответ, содержащий правильные ответы не на все вопросы задания или неполное обоснование. Подсчёт итоговой оценки за задание осуществляется путём суммирования баллов, выставленных за каждый этап решения.

Задание 1. Определение вероятности появления случайной величины

Всего баллов: 20

Критерии проверки:

- Ответ отсутствует или полностью неверен – 0 баллов.
- Верно записана формула $P = m/N$ – 2 балла.
- Верно определены m для каждого интервала (по 1 баллу за каждый правильный интервал, макс. 5) – 5 баллов.
- Верно вычислены вероятности (по 1 баллу за каждый правильный расчёт, макс. 5) – 5 баллов.
- Верно выражены вероятности в % (по 0,5 балла за интервал, макс. 3) – 3 балла.
- Сделан вывод о сумме вероятностей (≈ 1 или 100%) – 3 балла.
- Аккуратность, единицы измерения (СИ), пояснения – 2 балла.

Задание 2. Статистическая обработка данных и законы распределения (нормальный закон)

Всего баллов: 20

Критерии проверки:

- Нет решения или полностью неверно – 0 баллов.
- Выбраны 7 точек по правилу № $i/(N+1)$ – 3 балла.
- Верно вычислены накопленные вероятности для выбранных точек – 4 балла.
- Построен график на вероятностной бумаге (или верно описано построение) – 5 баллов.
- Определено $\bar{t}$ (при $F=0,5$) – 3 балла.
- Определено S (как разность $\bar{t}$ и t при $F=0,3$) – 3 балла.
- Записан окончательный ответ с единицами измерения – 2 балла.

Задание 3. Надёжность технических систем

Всего баллов: 20

Критерии проверки:

- Нет ответа – 0 баллов.
- Верно определена $P(180) = (400-200)/400$ – 4 балла.
- Верно определена $P(240) = (400-230)/400$ – 4 балла.
- Найдено $N_{ср} = (200+60)/2 = 130$ – 4 балла.
- Верно рассчитана $a(210) = 60/(60*400)$ – 4 балла.
- Верно рассчитана $\lambda(210) = 60/(60*130)$ – 4 балла.
- Единицы измерения (1/час) и пояснения – включены в баллы выше.

Задание 4. Расчёт износа и остаточного ресурса деталей

Всего баллов: 20

Критерии проверки:

- Нет ответа – 0 баллов.
- Записана формула $И_{доп} = K/(K+1) * И_{пред}$ – 5 баллов.
- Подставлено $K = 3$ – 4 балла.
- Верно вычислено $И_{доп} = 0,075$ мм – 5 баллов.
- Сравнение: $0,08 > 0,075 \rightarrow$ восстановление необходимо – 4 балла.
- Вывод и пояснение – 2 балла.

Задание 5. Выбор закона распределения (нормальный или Вейбулла)

Всего баллов: 20

Критерии проверки:

- Нет решения – 0 баллов.
- Выбраны точки и построены обе интегральные прямые (описано или выполнено графически) – 5 баллов.
- Для нормального закона найдены $\bar{t}$ и S – 3 балла.
- Для закона Вейбулла найдены a , b – 4 балла.
- Сравнение с помощью коэффициента вариации или визуально – 3 балла.
- Выбран лучший закон (Вейбулла, т.к. $V=0,35 > 0,33$) – 3 балла.
- Записаны параметры выбранного закона и вывод – 2 балла.

ИТОГОВАЯ ТАБЛИЦА БАЛЛОВ:

Задание 1 – 20 баллов

Задание 2 – 20 баллов

Задание 3 – 20 баллов

Задание 4 – 20 баллов

Задание 5 – 20 баллов

ВСЕГО: 100 баллов

Литература для подготовки

6. «Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие / составители С. А. Сазонова, С. А. Колодяжный, Е. А. Сушко. — Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 147 с. — ISBN 978-5-89040-457-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/23110.html> (дата обращения: 27.06.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей».
7. Малкин, В. С. Техническая диагностика : учебное пособие / В. С. Малкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-1457-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/64334> (дата обращения: 12.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Технология ремонта машин : учебное пособие / А. М. Михальченков, А. А. Тюрева, И. В. Козарез, С. А. Феськов. — Брянск : Брянский ГАУ, 2023 — Часть 1 — 2023. — 102 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/385562> (дата обращения: 12.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Технология ремонта машин : учебное пособие / А. М. Михальченков, А. А. Тюрева, И. В. Козарез, С. А. Феськов. — Брянск : Брянский ГАУ, 2023 — Часть 2 — 2023. — 105 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/385565> (дата обращения: 12.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
10. Леонович, А. А. Основы научных исследований : учебник для вузов / А. А. Леонович, А. В. Шелоумов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 124 с. — ISBN 978-5-507-47795-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/419114> (дата обращения: 12.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.