

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гарант Максим Алексеевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 11.03.2024 11:52:02  
Уникальный программный ключ:  
7708e7a47e66a8ee02711b298d7e78bd1e40bf88

Приложение  
к рабочей программе дисциплины

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **Планирование и организация эксперимента**

*(наименование дисциплины (модуля))*

Направление подготовки / специальность

#### **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

*(код и наименование)*

Направленность (профиль) / специализация

#### **«Проектирование АСОИУ на транспорте»**

*(наименование)*

## Содержание

1. Пояснительная записка.
2. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень формирования компетенций.
3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания формирования компетенций при проведении промежуточной аттестации.

## 1. Пояснительная записка

Цель промежуточной аттестации – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой в 7 семестре.

Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции
ПК-4: Способен разрабатывать компоненты системных программных продуктов	ПК-4.1: Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
	ПК-4.2: Применять методы проведения экспериментов

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы (семестр 3)
ПК-4.1: Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Обучающийся знает: статистические характеристики измерений, параметров	Вопросы № 1–18
	Обучающийся умеет: решать задачу двух этапной процедуры поиска экстремума параметра оптимизации эксперимента	Задания (№ 1-3)
	Обучающийся владеет: методами оценки параметров моделей планирования эксперимента	Задания (№ 4-6)
ПК-4.2: Применять методы проведения экспериментов	Обучающийся знает: модели оптимального планирования эксперимента	Вопросы № 19–42
	Обучающийся умеет: применять дисперсионные оценки качества моделей	Задания (№ 7–9)
	Обучающийся владеет: методами проверки адекватности модели	Задания (№ 10–12)

Промежуточная аттестация (зачет с оценкой) проводится в одной из следующих форм:

- 1) Собеседование
- 2) выполнение заданий в ЭИОС СамГУПС.

2. Типовые<sup>1</sup> контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированных компетенций

2.1 Типовые вопросы (тестовые задания) для оценки знаний образовательного результата

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-4.1: Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Обучающийся знает: статистические характеристики измерений, параметров
<i>Примеры вопросов (скрин-копии из программы тестирования ЭИОС, полный объем 18 тестовых вопросов)</i>	
1	<p>Составлена матрица плана, учитывающая линейные эффекты <math>x_1..x_5</math> и определено линейное взаимодействие <math>(x_1, x_3, x_5)</math>.</p> <p>Выражение <b>генерирующего соотношения</b> для данного взаимодействия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <math>x_6 = x_1x_3x_5</math></li> <li><input type="radio"/> <math>x_6 = x_1x_3x_5x_6</math></li> <li><input type="radio"/> <math>1 = x_1x_3x_5x_6</math></li> <li><input type="radio"/> <math>1 = x_1x_3x_5</math></li> </ul>
2	<p>Определение разрешения плана:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Число состоятельных оценок модели отклика, построенной по факторному эксперименту.</li> <li><input type="radio"/> Число коэффициентов модели, в оценку которых входит коррелирующее взаимодействие на функцию отклика из 2-х коэффициентов.</li> <li><input type="radio"/> Число, равное произведению количества строк и столбцов матрицы плана.</li> <li><input type="radio"/> Число коэффициентов модели, в оценку которых входит коррелирующее взаимодействие на функцию отклика из 3-х и более коэффициентов.</li> </ul>
3	<p>Составлена матрица плана, учитывающая линейные эффекты <math>x_1..x_5</math>. Дробление произведено по фактору <math>x_6</math> с замещением линейного взаимодействия <math>(x_2, x_5)</math>.</p> <p>Выражения исследования <b>совместных эффектов</b> взаимодействия, составленные для <math>(x_1), (x_1x_2)</math>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <math>x_1 = \cancel{x_1}x_2x_5x_6 \cancel{x_1},</math> <math>x_1x_2 = \cancel{x_2}x_5x_6x_1 \cancel{x_2}</math></li> <li><input type="radio"/> <math>x_1 = x_2x_5x_6x_1,</math> <math>x_1x_2 = \cancel{x_2}x_5x_6x_1 \cancel{x_2}</math></li> <li><input type="radio"/> <math>x_1 = x_2x_5x_6x_1,</math> <math>x_1x_2 = \cancel{x_2}x_5x_1 \cancel{x_2}</math></li> </ul>

<sup>1</sup>Приводятся типовые вопросы и задания. Оценочные средства, предназначенные для проведения аттестационного мероприятия, хранятся на кафедре в достаточном для проведения оценочных процедур количестве вариантов. Оценочные средства подлежат актуализации с учетом развития науки, образования, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы. Ответственность за нераспространение содержания оценочных средств среди обучающихся университета несут заведующий кафедрой и преподаватель – разработчик оценочных средств.

4

Составлена матрица плана, учитывающая линейные эффекты  $x_1 \dots x_4$ . Получены полуреплики плана. Выбрать по качественным оценкам **совместных эффектов** полуреплику, обладающую большей **априорной информацией** эксперимента:

$b_1 = \beta_1 + \beta_{124}$   
 $b_2 = \beta_2 + \beta_{23}$   
 $b_3 = \beta_3 + \beta_{123}$   
 $b_4 = \beta_4 + \beta_{24}$

$b_1 = \beta_1 + \beta_{234}$   
 $b_2 = \beta_2 + \beta_{23}$   
 $b_3 = \beta_3 + \beta_{123}$   
 $b_4 = \beta_4 + \beta_{124}$

$b_1 = \beta_1 + \beta_{12}$   
 $b_2 = \beta_2 + \beta_{23}$   
 $b_3 = \beta_3 + \beta_{123}$   
 $b_4 = \beta_4 + \beta_{24}$

5

Правильно заполненная **факторная матрица** эксперимента:

$N$	$x_1$	$x_2$	$y$
1	-	+	$y_1$
2	+	-	$y_2$
3	-	+	$y_3$
4	+	-	$y_4$

$N$	$x_1$	$x_2$	$y$
1	+	+	$y_1$
2	+	-	$y_2$
3	-	+	$y_3$
4	-	-	$y_4$

$N$	$x_1$	$x_2$	$y$
1	+	-	$y_1$
2	+	+	$y_2$
3	-	+	$y_3$
4	0	-	$y_4$

6

Указать вид функции отклика и тип факторного эксперимента для I-го этапа планирования эксперимента с числом факторов  $k$ :






- $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2 + \dots + b_{kk}x_k^2$
- $y = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_kx_k$
- $3^k$
- $2^k$

7

Составлена матрица плана, учитывающая линейные эффекты  $x_1 \dots x_5$  и определено линейное взаимодействие  $(x_1, x_3, x_5)$ .

Выражение **определяющего контраста** для данного взаимодействия:

- $x_6 = x_1x_3x_5$
- $1 = x_1x_3x_5x_6$
- $1 = x_1x_3x_5$
- $x_6 = x_1x_3x_5x_6$

ПК-4.2: Применять методы проведения экспериментов	Обучающийся знает: модели оптимального планирования эксперимента
<i>Примеры вопросов (скрин-копии из программы тестирования ЭИОС, полный объем 24 тестовых вопросов)</i>	
1	<p>Основы теории вероятностей. Функции распределения. Определены алгебраические объекты <math>(\Omega, \mathfrak{F}, P)</math>, <math>(X, \mathfrak{F}_\xi, P_\xi)</math>, где <math>\omega \in \Omega</math>; <math>P(\Omega) = 1</math>; <math>B \subset \Omega</math>; <math>A \subset X</math>; <math>x \in X</math>; <math>P, P_\xi</math> – вероятностные функции. Определить <b>корректные</b> выражения записи <u>условных событий</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <math>P\{\omega   \xi(\omega) &lt; x   B\}</math></li> <li><input type="checkbox"/> <math>\{\omega   \xi(\omega) \in A   B\}</math></li> <li><input type="checkbox"/> <math>P(B)</math></li> <li><input type="checkbox"/> <math>B</math></li> <li><input type="checkbox"/> <math>\{\omega   \xi(\omega) &lt; x   B\}</math></li> <li><input type="checkbox"/> <math>P\{\omega   \xi(\omega) \in A   B\}</math></li> <li><input type="checkbox"/> <math>A</math></li> </ul>
2	<p>Основы теории вероятностей. Функции распределения. Определены алгебраические объекты <math>(\Omega, \mathfrak{F}, P)</math>, <math>(X, \mathfrak{F}_\xi, P_\xi)</math>, где <math>\mathfrak{F}, \mathfrak{F}_\xi</math> – борелевские алгебры; <math>\omega \in \Omega</math>; <math>P(\Omega) = 1</math>; <math>A \subset X</math>; <math>P, P_\xi</math> – функции вероятности того, что случайное событие <math>\xi(\omega) \in A</math>. Определить <b>некорректные</b> выражения измерения вероятностей:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <math>P(\omega)</math></li> <li><input type="checkbox"/> <math>P_\xi(\xi(\omega))</math></li> <li><input type="checkbox"/> <math>P\{\xi^{-1}(X)\} = P_\xi(X)</math></li> <li><input type="checkbox"/> <math>P_\xi(A)</math></li> <li><input type="checkbox"/> <math>P\{\xi^{-1}(A)\}</math></li> </ul>
3	<p>Составлено уравнение регрессии, адекватно описывающее функцию отклика в области значений фактора <math>x_\bullet</math> от -1 до +1. Что математически выражают значения коэффициентов регрессии <math>b_\bullet</math> в смысле задачи <b>крутого восхождения</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <u>Оценку среднего зависимости от фактора <math>x_\bullet</math> функции отклика <math>y</math></u></li> <li><input type="radio"/> <u>Характеристика значимости в эксперименте фактора <math>x_\bullet</math></u></li> <li><input type="radio"/> <u>Тангенс угла между линией регрессии и осью фактора <math>x_\bullet</math></u></li> </ul>
4	<p>Последовательность оптимального планирования эксперимента (крутое восхождение по поверхности отклика):</p> <p style="text-align: center;"><b>Этапы эксперимента</b></p> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">  Дробление плана и выбор основных факторов взаимодействия с откликом.     </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">  Расчет оценок модели типа среднеквадратической регрессии со статистической оценкой качества опытных измерений, параметров и модели.     </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">  Движение по поверхности отклика в направлении по градиенту факторов от центра плана.     </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">  Проведение опытов по плану с оценками отклика в среднем и в квадратах отклонения.     </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px;">  Составить матрицу плана 1-го порядка.     </div>

5	<p style="text-align: center;">Проведение эксперимента и обработка опыта.</p> <p style="text-align: center;"><i>Последовательность расчета дисперсионных характеристик опыта:</i></p> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <input type="checkbox"/> Дисперсия адекватности модели.     </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <input type="checkbox"/> Дисперсия оценок параметров модели.     </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px;"> <input type="checkbox"/> Дисперсия воспроизводимости и однородности объекта.     </div>
6	<p style="text-align: center;">Вид математической модели функции отклика в планировании эксперимента для k факторов:</p> <p><input type="radio"/> <math>y = f(x_1, x_2, \dots, x_k)</math></p> <p><input type="radio"/> <math>y(s) = W(s)x(s)</math></p> <p><input type="radio"/> <math>y = f(x_1, x_2, \dot{x}_2, \dots, x_k)</math></p>
7	<p style="text-align: center;">Наименование метода, на основании критерия которого выводится система нормальных линейных относительно параметров алгебраических уравнений</p> $[X^T X]B = X^T Y,$ <p style="text-align: center;">решение системы оценивает коэффициенты как несмещенные и эффективные:</p> <p><input type="radio"/> Максимального правдоподобия</p> <p><input type="radio"/> Наименьших квадратов</p> <p><input type="radio"/> Стохастической оптимизации</p> <p><input type="radio"/> Множителей Лагранжа</p>

## 2.2 Типовые задания для оценки навыков образовательного результата

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-4.1: Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Обучающийся умеет: решать задачу двух этапной процедуры поиска экстремума параметра оптимизации эксперимента
<p><i>Задания:</i></p> <p>1. Тема «Функция распределения и моментные характеристики случайной величины»            Задание: выполнить обработку многомерных измерений с оценкой математического ожидания, дисперсии и аппроксимацией закона распределения.  <i>Содержание задания:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сгенерировать таблицу многомерных измерений</li> <li>- решить моментные характеристики с использованием многомерных (векторных) формул</li> <li>- вывод плотности по модели гистограммы распределения</li> </ul> <p>2. Тема «Моделирование процесса измерений на основе ортогонального плана»            Задание: составить план, разработать эталонную модель, разработать модель измерений, выполнить оценивание стандартным решением СЛАУ и по МНК, сделать метрические оценки результата.</p> <p>3. Тема «Выбор плана с большим разрешением»            Задание: выбор плана, составление генерирующего соотношения, запись определяющего контраста и тестирование факторов на значимость, определение разрешения планов.</p>	
ПК-4.1: Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Обучающийся владеет: методами оценки параметров моделей планирования эксперимента
<p><i>Задания:</i></p>	

<p>4. Тема «Линейные эффекты взаимодействия; дробление и разрешение планов»  Задание: составить план, расчет моделей при отсутствии и наращивании линейных эффектов, метрическая оценка результат, последовательное дробление плана с выводом по результатам метрической оценки качества.  <i>Содержание задания:</i>  - получить вариант двух генерирующих соотношений от преподавателя;  - составить определяющие контрасты  - исследовать все переменные планов А и Б  - рассчитать разрешения планов и сделать заключение о разрешении планов</p>	
<p>5. Тема «Организация эксперимента при равномерном дублировании опытов»  Задание: Составить план и фиксировать схему дублирования, расчет выборочной дисперсии, дисперсии воспроизводимости, критериев Кохрана, Фишера, по оценке качества измерений, дисперсии параметров по Стьюденту с интервальными оценками, адекватность модели по критерию Фишера.</p>	
<p>6. Тема «Метод крутого восхождения по поверхности отклика»  Задание: Выполнить двух этапный метод поиска экстремума: решить модель, выбрать ведомый параметр, указать оптимальное значение факторов по данным восхождения.</p>	
ПК-4.2: Применять методы проведения экспериментов	Обучающийся умеет: применять дисперсионные оценки качества моделей
<p><i>Задания:</i>  7. Тема «Поиск экстремальной области»  Задание: найти направление движения к экстремальной области.  <i>Содержание задания:</i>  - сгенерировать таблицу многомерных измерений  - решить моментные характеристики с использованием многомерных (векторных) формул  - вывод плотности по модели гистограммы распределения</p>	
<p>8. Тема «Особенности измерений с неравномерным дублированием опыта»  Задание: составить план, разработать эталонную модель, разработать модель измерений, выполнить оценивание стандартным решением СЛАУ и по МНК, сделать метрические оценки результата.</p>	
<p>9. Тема «Тестирование плана на разрешение различными генерирующими соотношениями»  Задание: выбор плана, составление генерирующего соотношения, запись определяющего контраста и тестирование факторов на значимость, определение разрешения планов.</p>	
ПК-4.2: Применять методы проведения экспериментов	Обучающийся владеет: методами проверки адекватности модели
<p><i>Задания:</i>  10. Тема «Разрешение планов»  Задание: составить план, расчет моделей при отсутствии и наращивании линейных эффектов, метрическая оценка результат, последовательное дробление плана с выводом по результатам метрической оценки качества.  <i>Содержание задания:</i>  - получить вариант двух генерирующих соотношений от преподавателя;  - составить определяющие контрасты  - исследовать все переменные планов А и Б  - рассчитать разрешения планов и сделать заключение о разрешении планов</p>	
<p>11. Тема «Организация эксперимента без дублирования и при равномерном дублировании опытов»  Задание: Составить план и фиксировать схему дублирования, расчет выборочной дисперсии, дисперсии воспроизводимости, критериев Кохрана, Фишера, по оценке качества измерений, дисперсии параметров по Стьюденту с интервальными оценками, адекватность модели по критерию Фишера.</p>	
<p>12. Тема «Двух этапный поиск параметра оптимизации»  Задание: Выполнить двух этапный метод поиска экстремума: решить модель, выбрать ведомый параметр, указать оптимальное значение факторов по данным восхождения.</p>	

### 2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации

1. Аксиомы ТВ.
2. Условная вероятность, теорема Байеса.
3. Борелевское поле вероятности.
4. Вероятностные функции.
5. Случайные величины, функции распределения.
6. Эквивалентные величины, разные виды сходимости (+ теорема сходимости распределений).
7. Абстрактные интегралы Лебега.
8. Абсолютное и условное математическое ожидание.
9. Интегралы Лебега, Стилтеса, Римана, моменты.



10. Системы 2-х случайных величин: центральные моменты 2-го порядка; смешанные моменты 2-го порядка
11. Регрессия; среднеквадратическая регрессия; линейная аппроксимация регрессии
12. Многомерные распределения: матрица моментов; обобщенная дисперсия; корреляционная матрица; коэффициент разброса
13. Обобщение регрессии на многомерный случай
14. Определение статистики. Статистики случайной величины. Классическая вероятностная модель: случайная выборка объема  $n$  и функция правдоподобия. Генеральная совокупность: распределение и параметры генеральной совокупности.
15. Оценивание и проверка. Состоятельные, несмещенные и эффективные оценки.
16. Проверка гипотез.
17. Статистики относительной частоты и выборочных средних. Нормальное распределение случайной величины.
18. Определение предмета – «Планирование эксперимента», его практическая значимость, цели и две основные задачи.
19. Основные понятия предмета – «Планирование эксперимента»: объект исследования; экстремальный эксперимент; параметр оптимизации; планы 1-го и 2-го порядков.
20. Два основных этапа хода планирования; условия аналитического построения плана.
21. Характеристики оптимальных задач и их данных. Определения параметра оптимизации, фактора (управляемость, воздействие, совместимость, независимость), модели.
22. Полный факторный эксперимент. Построение плана эксперимента, кодирование факторов.
23. Шаговый метод, его цели, условия решения и изменения факторов.
24. Матрица факторного эксперимента и матрица планирования 1-го порядка.
25. Число степеней свободы. Линейные эффекты и эффекты взаимодействия.
26. Дробный факторный эксперимент
27. Смешанные, несмешанные линейные эффекты (оценки); генерирующие соотношения и определяющие контрасты;
28. Свойства матриц полного и дробного факторных экспериментов
29. Организация и обработка опыта
30. Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов
31. Обработка результатов эксперимента при неравномерном дублировании опытов
32. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования опытов
33. Крутое восхождение по поверхности отклика.
34. Особенности регрессионного анализа при планировании эксперимента: характеристики входных, выходных, настраиваемых переменных.

### 3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированных компетенций при проведении промежуточной аттестации

#### Критерии формирования оценок по ответам на вопросы, выполнению тестовых заданий

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы составляет 100 – 90 % от общего объёма заданных вопросов;
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76 % от общего объёма заданных вопросов;
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75–60 % от общего объёма заданных вопросов;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60 % от общего объёма заданных вопросов.

#### Критерии формирования оценок по результатам выполнения заданий

- «Отлично/зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.
- «Хорошо/зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.
- «Удовлетворительно/зачтено» – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух недочетов.
- «Неудовлетворительно/не зачтено» – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

#### Виды ошибок:

- *грубые ошибки: незнание основных понятий, правил, норм; незнание приемов решения задач; ошибки, показывающие неправильное понимание условия предложенного задания.*

- *негрубые ошибки: неточности формулировок, определений; нерациональный выбор хода решения.*

- *недочеты: нерациональные приемы выполнения задания; отдельные погрешности в формулировке выводов; небрежное выполнение задания.*

### **Критерии формирования оценок по зачету с оценкой**

**«Отлично/зачтено»** – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний, не допустил логических и фактических ошибок

**«Хорошо/зачтено»** – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний; допустил незначительные ошибки и неточности.

**«Удовлетворительно/зачтено»** – студент допустил существенные ошибки.

**«Неудовлетворительно/не зачтено»** – студент демонстрирует фрагментарные знания изучаемого курса; отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки.