

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра теоретической и прикладной информатики

Паспорт экзамена

По дисциплине "Математические методы оптимального планирования эксперимента", 1
семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

Дисциплина Математические методы оптимального планирования эксперимента

(наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №

№	Вопрос	Баллы (Макс.)
1	Что понимается под задачей оптимального планирования эксперимента.	3
2	При каких условиях эллипсоид рассеивания оценок параметров (его оси) будет ориентирован по своим координатам.	3
3	Приведите выражение для градиента функционала по весам точек плана. Эти компоненты положительны (неотрицательны), неположительны или произвольные?	3
4	Что такое информационная матрица однократного наблюдения в заданной точке и чему равен ее ранг?	3
5	Сколько оптимальных дискретных планов существует для заданной модели, области планирования, числа наблюдений и критерия качества – один или несколько, дайте пояснение.	3
6	Какая информация требуется для того, чтобы априори строить планы эксперимента для нелинейных по параметрам моделей.	3
7	Чем была вызвана необходимость появления такого алгоритма как "алгоритм Марквардта"?	3
8	При конструировании какого алгоритма построения оптимальных планов можно использовать факт, что ненулевые собственные числа матриц $X^T X$ и XX^T совпадают	3
9	Модель $\eta(x, \theta) = \theta_1 + \theta_2 x$, область планирования $\mathcal{X} = \{-1 \leq x \leq 1\}$. Выполнить шаг итерационного процесса построения непрерывных D-оптимальных планов, используя последовательный алгоритм. Начальный план в точках -1, +1 с весами 1/4, 3/4. Какая точка добавляется в план?	8
10	Модель $\eta(x, \theta) = \theta_1 + \theta_2 x$, область планирования – дискретное множество точек $\mathcal{X} = \{-1, -0.5, 0, 0.5, 1\}$. Построить D – оптимальный дискретный план из 4-х точек, используя градиентный алгоритм замены точек. Начальный план в точках -1, -1, -1, +1 с весами 1/4.	8
	Итого	40

Составитель д.т.н., проф. Попов А.А.

_____ (подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Заведующий кафедрой д.т.н. В.М. Чубич

_____ (подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

2. Критерии оценки

- Ответ считается **неудовлетворительным**, если оценка составляет от 0 до 13 баллов, Студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, при решении задачи допускает принципиальные ошибки;
- Ответ засчитывается на **пороговом** уровне, если оценка составляет от 14 до 20 баллов. Студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, знает базовые алгоритмы, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки;
- Ответ засчитывается на **базовом** уровне, если оценка составляет от 21 до 32 баллов. Студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, методы, алгоритмы, проводит анализ причин, условий, не допускает ошибок при решении задачи;
- Ответ засчитывается на **продвинутом** уровне, если оценка составляет от 33 до 40 баллов. Студент владеет математическим аппаратом, методами оптимального планирования эксперимента, демонстрирует глубокие знания и навыки решения задачи построения оптимальных планов эксперимента.

3. Шкала оценки

Итоговая аттестация по курсу проводится в виде экзамена. Для получения допуска к экзамену студент должен, как правило, выполнить и защитить все темы практических занятий. Основным критерий допуска к экзамену – число набранных баллов в течение семестра, которое должно составить не менее 36 баллов.

Максимальное количество набираемых баллов в период итоговой аттестации равно 40 баллам. Если студент по результатам итоговой аттестации набирает **менее 14 баллов**, то ему выставляется оценка "неудовлетворительно" уровня FX вне зависимости от числа набранных баллов в семестре с возможностью пересдачи. При успешной пересдаче ему выставляется оценка "удовлетворительно" уровня E. Общее количество набранных баллов по дисциплине определяется простым суммированием набранных баллов по практическим занятиям и на экзамене.

Перевод набранного количества баллов в 15 балльную систему и 4-х балльную систему осуществляется по следующей схеме:

ECTS	A+	A	A-	B+	B	B-	C+	C	C-	D+	D	D-	E	FX	F
Баллы	96-100	93-95	90-92	87-89	83-86	80-82	76-79	73-75	70-72	66-69	63-65	60-62	50-59	25-49	0-24
	отлично			хорошо			удовлетворительно						неудовлетв.		

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Математические методы оптимального планирования эксперимента»

Полный перечень вопросов

по дисциплине "Математические методы оптимального планирования эксперимента"

1. Что понимается под задачей оптимального планирования эксперимента.
2. Приведите пример "хорошего" и "плохого" плана эксперимента, аргументируйте ответ.
3. Оцените нижние и верхние границы числа точек в спектре оптимального плана.
4. По какой причине обычно требуется, чтобы число точек в спектре плана было не меньше числа параметров регрессионной модели? Ответ обоснуйте.
5. Что такое информационная матрица однократного наблюдения в заданной точке и чему равен ее ранг?
6. Приведите примеры целевых функций, которые могут использоваться при решении экстремальной задачи при поиске оптимального плана.
7. Что понимается под линейной комбинацией двух планов, трех планов?
8. В пространстве каких переменных описывается так называемый эллипсоид рассеивания? Выпишите уравнение его поверхности.
9. При каких условиях эллипсоид рассеивания оценок параметров (его оси) будет ориентирован по своим координатам.
10. Какой особенностью обладает эллипсоид рассеивания оценок параметров для D-оптимального плана?
11. Какой особенностью обладает эллипсоид рассеивания оценок параметров для A-оптимального плана?
12. Какой особенностью обладает эллипсоид рассеивания оценок параметров для E-оптимального плана?
13. Если модель будет использоваться для прогноза в заданную область (точку) факторного пространства, то какой критерий оптимальности планов эксперимента целесообразно использовать.

14. Как можно пытаться преодолеть проблему выбора критерия оптимальности планов эксперимента из достаточно большого их числа?
15. Приведите пример критериев оптимальности планов эксперимента, которых что-то объединяет или разъединяет.
16. Покажите эквивалентность D- и G- оптимального непрерывного планирования.
17. Выпишите условия A-оптимальности плана эксперимента. Для какого функционала от информационной матрицы они справедливы?
18. Выпишите условия D-оптимальности плана эксперимента. Для какого функционала от информационной матрицы они справедливы?
19. Приведите пример ортогонального плана для линейной модели с двумя факторами, имеющих два уровня варьирования.
20. Приведите выражение для производной по направлению для выпуклого функционала от информационной матрицы некоторого непрерывного нормированного плана. Для неоптимального плана она положительна (неотрицательна) или неположительна?
21. Приведите выражение для градиента функционала по весам точек плана. Эти компоненты положительны (неотрицательны), неположительны или произвольные?
22. Чем "хорош" и чем "плох" насыщенный план.
23. Приведите обоснование последовательной процедуры построения непрерывных оптимальных планов.
24. Что понимается под "очисткой" плана.
25. Перечислите основные блоки "комбинированного" алгоритма построения непрерывных оптимальных планов.
26. Что необходимо сделать, если на очередном шаге при оптимизации по координатам точек плана координаты какой-либо точки плана вышли за пределы области планирования. Опишите два варианта действий.
27. В чем отличие непрерывных планов от дискретных.
28. Известно, что множество информационных матриц является выпуклым (см. свойство 3 в теореме 1.1). Что это нам дает?
29. Сколько оптимальных дискретных планов существует для заданной модели, области планирования, числа наблюдений и критерия качества – один или несколько, дайте пояснение.
30. В чем состоит процедура округления оптимального непрерывного плана при решении задачи построения дискретного плана.
31. При увеличении числа наблюдений в оптимальном нормированном дискретном плане к чему стремится значение используемого критерия качества?
32. В чем отличие "градиентного" алгоритма замены от "комби-градиентного".
33. Можно ли обойтись без регуляризации информационной матрицы в последовательном алгоритме достраивания и что это в таком случае будет за алгоритм?
34. При конструировании какого алгоритма построения оптимальных планов можно использовать факт, что ненулевые собственные числа матриц $X^T X$ и XX^T совпадают.
35. Что такое полный факторный эксперимент (ПФЭ). Приведите пример и контрпример.
36. Приведите пример условий субоптимальности при так называемом сингулярном планировании эксперимента.
37. Чем вызвана необходимость введения понятия "субоптимальности" планов эксперимента.
38. Какая информация требуется для того, чтобы априори строить планы эксперимента для нелинейных по параметрам моделей.
39. Чем была вызвана необходимость появления такого алгоритма как "алгоритм Марквардта"?
40. Назовите рычаги управления экспериментом при исследовании динамических систем.
41. Что такое план эксперимента "латинский квадрат". Приведите его пример.
42. Приведите пример гипер-греко-латинского квадрата или хотя бы идею его конструирования.
43. Существует ли насыщенный план, допускающий оценку всех параметрических функций, входящих в базис ФДО. Ответ обоснуйте.
44. Назовите причины, которые могут вызвать проблему сходимости в алгоритме Гаусса-Ньютона при оценивании параметров нелинейных моделей регрессии. Что можно предпринять для обеспечения сходимости?

45. Критерии оптимальности планов эксперимента. Критерии оптимальности и геометрия эллипсоида рассеивания.
46. Поиск оптимального плана как решение экстремальной задачи. Условия оптимальности (теорема) для общего случая.
47. Численные методы построения оптимальных непрерывных планов. Последовательный алгоритм. Обоснование алгоритма.
48. Дискретные оптимальные планы. Алгоритмы построения дискретных оптимальных планов (алгоритм градиентной замены)
49. Оптимальное планирование эксперимента для нелинейных по параметрам моделей регрессии. Уровень априорной информации о неизвестных параметрах и стратегии оптимального планирования (минимаксное, байесовское, локально-оптимальное и последовательное планирование).
50. Численные методы построения оптимальных непрерывных планов. Прямой-двойственный (комбинированный) алгоритм.
51. Оптимальное планирование эксперимента для моделей динамических систем, заданных в виде обыкновенных дифференциальных уравнений. Рычаги управления в эксперименте (планирование измерений, входных сигналов, начальных условий, модели наблюдения). Алгоритмические и вычислительные аспекты.
52. Задача оптимального планирования эксперимента. Определение непрерывных и дискретных планов. Информационная матрица и ее свойства. Условия D- оптимальности планов эксперимента.
53. Критерии оптимальности планов эксперимента. Геометрия эллипсоида рассеяния оценок параметров и критерии оптимальности. Классификация критериев оптимальности.
54. Поиск оптимального плана как решение экстремальной задачи. Условия D- оптимальности.
55. Численные методы построения оптимальных дискретных планов. Последовательный алгоритм достраивания.
56. Дискретные оптимальные планы. Алгоритмы построения дискретных оптимальных планов (алгоритмы Федорова, Митчела)
57. Оптимальное планирование эксперимента для нелинейных по параметрам моделей регрессии. Уровень априорной информации о неизвестных параметрах и стратегии оптимального планирования (минимаксное, байесовское, локально-оптимальное и последовательное планирование).
58. Оптимальное планирование эксперимента для моделей динамических систем, заданных в виде обыкновенных дифференциальных уравнений. Рычаги управления в эксперименте (планирование измерений, входных сигналов, начальных условий, модели наблюдения). Алгоритмические и вычислительные аспекты.
59. Задача оптимального планирования эксперимента. Определение непрерывных и дискретных планов. Информационная матрица и ее свойства. Условия A- оптимальности планов эксперимента.
60. Задача оптимального планирования эксперимента. Определение непрерывных и дискретных планов. Информационная матрица и ее свойства. Условия E-оптимальности планов эксперимента.
61. Планирование эксперимента для моделей дисперсионного анализа. а).Латинские квадраты.,б)использование редуцированной модели.
62. Планирование эксперимента для моделей дисперсионного анализа. а).Греко-Латинские квадраты.,б)использование редуцированной модели.