

«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ Биомагнитные системы

: 12.04.04

: 2, : 3

| | | |
|-----------|---------|----------|
| | | |
| | | 3 |
| 1 | () | 3 |
| 2 | | 108 |
| 3 | , . | 28 |
| 4 | , . | 0 |
| 5 | , . | 18 |
| 6 | , . | 0 |
| 7 | , . | 0 |
| 8 | , . | 2 |
| 9 | , . | 8 |
| 10 | , . | 80 |
| 11 | (, ,) | |
| 12 | | |

(): 12.04.04

1497 21.11.2014 ., : 17.12.2014 .

: 1, ,

(): 12.04.04

, 2/1 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

,

:

,

:

. . . .

1.

1.1

| | |
|--|--|
| Компетенция ФГОС: ПК.3 способность организовывать и проводить медико-биологические, эргономические и экологические исследования; в части следующих результатов обучения: | |
| 1. | |
| Компетенция ФГОС: ПК.4 способность ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований; в части следующих результатов обучения: | |
| 1. | |
| 2. | |
| Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ в сфере биотехнических систем и технологий; в части следующих результатов обучения: | |
| 1. | |
| Компетенция ФГОС: ПК.6 способность проектировать устройства, приборы, системы и комплексы биомедицинского и экологического назначения с учетом заданных требований; в части следующих результатов обучения: | |
| 2. | |
| Компетенция ФГОС: ПК.9 способность разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы, системы и комплексы биотехнического, медицинского и экологического назначения; в части следующих результатов обучения: | |
| 1. | |
| 3. | |

2.

2.1

| | | |
|--|---|--|
| | (| |
| | , | |
| | , | |
| | , | |
| |) | |

| | |
|--|--|
| .4. 2 | |
| 1. знать о биофизическом подходе в биомагнитных исследованиях | |
| .4. 1 | |
| 2. знать о магнитных помехах и методах борьбы с ними | |
| .5. 1 | |
| 3. о криогенном обеспечении сверхпроводниковых систем; | |
| .6. 2 | |
| 4. знать место биомагнитных диагностических систем в сравнении с другими методами заболевания сердца | |
| .5. 1 | |
| 5. физические основы сверхпроводниковой техники; | |
| 6. структуру сверхпроводникового магнитометра; | |
| 7. структуру магнитокардиографической системы; | |

| | | |
|---|--|---|
| .9. 3 | | , |
| 8.рассчитывать входные преобразователи биомагнитных систем; | | ; |
| 9.проводить расчет коэффициентов преобразования магнитометра и чувствительности измерительных каналов; | | ; |
| .9. 1 | | |
| 10.рассчитывать параметры измерительного канала магнитометра; | | ; |
| .3. 1 | | |
| 11.настройки и подготовки магнитокардиографической системы к процессу проведения биомагнитных исследований. | | ; |

3.

3.1

| | | | | |
|---|---|---|---------|---|
| | , | . | | |
| : 3 | | | | |
| : | | | | |
| 3. (, ,) . . () . . . | 0 | 2 | 3, 8 | , |
| : | | | | |
| 4. , , | 0 | 3 | 3, 7, 8 | , |

| | | | | |
|----|---|---|-------------|---|
| : | | | | |
| 5. | 0 | 2 | 10, 6 | , |
| : | | | | |
| 1. | 0 | 2 | 11, 7 | |
| 2. | 0 | 2 | 4 | - |
| 3. | 0 | 3 | 10, 3, 7, 8 | |
| 4. | 0 | 4 | 10, 8, 9 | |

3.2

| | | | | |
|----|---|---|---|--|
| , | | | | |
| :3 | | | | |
| : | | | | |
| 1. | 0 | 6 | 1 | |
| : | | | | |
| 2. | 0 | 8 | 5 | |
| : | | | | |

| | | | | | |
|----|--|---|---|------------|--|
| 6. | | 0 | 4 | 2, 3 | |
| : | | | | | |
| 7. | | 0 | 6 | 11, 4, 7 | |
| : | | | | | |
| 8. | | 0 | 6 | 1, 4, 5, 7 | |

4.

| | | | | |
|---|--|--------------------------------------|----|---|
| | | | | |
| : 3 | | | | |
| 1 | | 1, 10, 11, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 | 15 | 4 |
| / [.], 2008. - 594, [1] : | | | | |
| 2 | | 1, 10, 11, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 | 10 | 0 |
| . - . [.], 2008. - 594, [1] : / | | | | |
| 3 | | 4 | 15 | 0 |
| Internet: / - . [.], 2008. - 594, [1] : | | | | |
| 4 | | 1, 10, 11, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 | 10 | 4 |

| | | | | |
|--|--|-------------------------|----|---|
| . - . [.], 2008. - 594, [1] . : . . . : / . . . | | | | |
| 5 | | 1, 11, 2, 3, 4, 5, 7 | 30 | 0 |
| 3.2 : / . . . , . - . [.], 2008. - 594, [1] . : . . . : | | | | |

5.

- , (. 5.1).

5.1

| | |
|--|--------|
| | - |
| | e-mail |
| | e-mail |
| | |
| | |

6.

(),

- 15- ECTS.

. 6.1.

6.1

| | |
|---|----|
| | |
| : 3 | |
| <i>Самостоятельное изучение теоретического материала:</i> | 20 |
| - | |
| <i>Практические занятия:</i> | 20 |
| () " : / . . . , . . . : 2000. - 288 . : . " | |
| <i>РГЗ:</i> | 20 |
| <i>Экзамен:</i> | 40 |
| - | |

6.2

6.2

| | | | |
|-----------|----|---|---|
| | | | |
| .3 | 1. | + | |
| .4 | 1. | | + |
| | 2. | | + |

| | | | | |
|-----------|----|--|---|---|
| .5 | 1. | | + | + |
| .6 | 2. | | + | + |
| .9 | 1. | | + | + |
| | 3. | | + | + |

1

7.

1. Технические методы и средства диагностики и лечения : [учебное пособие по направлению 200300 "Биомедицинская инженерия"] / С. В. Моторин [и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 222, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/motorin.pdf>

1. Антонов В. Ф. Биофизика : Учебник для вузов / В. Ф. Антонов, А. М. Черныш, В. И. Пасечник и др. ; Под ред. В. Ф. Антонова. - М., 2000. - 288с. : ил.

2. Биоманнитные исследования (учебно-научный центр) : Итоги деятельности за 1997-2000 гг. / Новосиб. гос. техн. ун-т, НИИ терапии СО РАМН ; под ред. Н. В. Гольшева. - Новосибирск, 2000. - 30 с. : ил.

3. Слабая сверхпроводимость. Квантовые интерферометры и их применения : [сборник статей] / под ред. Б. Б. Шварца, С. Фонера ; пер. с англ. под ред. В. В. Шмидта. - М., 1980. - 202 с. : ил.

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>

2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>

5. :

8.

8.1

1. Волькенштейн М. В. Биофизика : учебное пособие / М. В. Волькенштейн. - СПб. [и др.], 2008. - 594, [1] с. : ил.

8.2

1 MATCAD

2 Microsoft Office

9. -

| | | |
|---|-----------|--|
| | | |
| 1 | (- , ,) | |

| | | |
|---|--------------|--|
| | | |
| 1 | (Internet) | |

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

Кафедра систем сбора и обработки данных

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН АВТФ
к.т.н., доцент И.Л. Рева
“ ___ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Биомагнитные системы

Образовательная программа: 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, магистерская
программа: Медико-биологические аппараты, системы и комплексы

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Биомагнитные системы приведена в Таблице.

Таблица

| Формируемые компетенции | Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки) | Темы | Этапы оценки компетенций | |
|--|---|--|---|---|
| | | | Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.) | Промежуточная аттестация (экзамен, зачет) |
| ПК.3/НИ способность организовывать и проводить медико-биологические, эргономические и экологические исследования | у1. уметь проводить настройку и подготовку магнитокардиографической системы к процессу проведения биомагнитных исследований | Исследование метода электронной балансировки СТМП | РГЗ | |
| ПК.4/НИ способность ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований | з1. знать о магнитных помехах и методах борьбы с ними | Криогенный зонд. Радиопрозрачный криостат. Шумовые параметры криостатов для биомагнитных исследований. Транспортные дьюары. Вакуумное обеспечение криогенной техники (откачной пост). Измерение уровня жидкого гелия. Технология заправки криостатов. | | Экзамен, вопросы 11-12 |
| ПК.4/НИ | з2. знать о биофизическом подходе в биомагнитных исследованиях | Содержание и задачи курса. Краткий исторический. Место биомагнитных диагностических систем в сравнении с другими методами заболеваний сердца. Связь с другими дисциплинами. | | Экзамен, вопросы 14,17 |
| ПК.5/ПК готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ в сфере биотехнических систем и технологий | з1. знать физические основы сверхпроводниковой техники, структуры сверхпроводникового магнитокардиографической системы | Виды многоканальных магнитометров. Структура магнитокардиографической системы. Отличия ЭКГ И МКГ. Медицинские критерии оценки диагностической значимости метода. Морфологический анализ в МКГ. МКГ критерии различных заболеваний. Проблемы метрологического обеспечения. Исследование метода электронной балансировки СТМП Исследование структуры входного преобразователя Криогенный зонд. Радиопрозрачный криостат. Шумовые параметры криостатов для биомагнитных исследований. Транспортные дьюары. Вакуумное обеспечение криогенной | РГЗ | Экзамен, вопросы 1-21 |

| | | | | |
|--|---|--|-----|------------------------|
| | | <p>техники (откачной пост). Измерение уровня жидкого гелия. Технология заправки криостатов. Магнитоэкранированные комнаты, активная компенсация, использование градиентометрических структур СТМП. Особенности измерения магнитного поля градиентометром. Небаланс градиентометра. Пространственная и электронная балансировка. Методы автоматизации процесса балансировки. Влияние шумов компенсирующих каналов. Компенсация сетевой помехи. Прямая и обратная задача биомагнитных исследований. Моделирование магнитных полей биологических объектов. Калибровка магнитометра и коррекция результатов методом восстановления поля. Пространственная структура модели сердце - входной преобразователь. Сверхпроводимость и сверхпроводники. Эффект Мейснера-Оксенфельда. Квантование магнитного потока. Слабая сверхпроводимость, эффекты Джозефсона. Структура магнитометра. Основные параметры магнитометра. Требования к быстродействию и динамическому диапазону. Взаимное влияние каналов и методы его уменьшения. Виды обратных связей. Передаточные функции СТМП.</p> | | |
| ПК.6/ПК способность проектировать устройства, приборы, системы и комплексы биомедицинского и экологического назначения с учетом заданных требований | 32. знать место биомагнитных диагностических систем в сравнении с другими методами заболеваний сердца | <p>Виды многоканальных магнитометров. Структура магнитокардиографической системы. Отличия ЭКГ И МКГ. Медицинские критерии оценки диагностической значимости метода. Морфологический анализ в МКГ. МКГ критерии различных заболеваний. Проблемы метрологического обеспечения. Исследование метода коррекции результатов методом восстановления индукции магнитного поля</p> | | Экзамен, вопросы 18-21 |
| ПК.9/ПТ способность разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, | у1. уметь рассчитывать параметры измерительного канала магнитометра | <p>Исследование структуры входного преобразователя Расчет коэффициентов преобразования магнитометра и чувствительности измерительных каналов Структура магнитометра.</p> | РГЗ | Экзамен, вопросы 1-14 |

| | | | | |
|--|---|---|--|-----------------------|
| приборы, системы и комплексы биотехнического, медицинского и экологического назначения | | Основные параметры магнитометра. Требования к быстродействию и динамическому диапазону. Взаимное влияние каналов и методы его уменьшения. Виды обратных связей. Передаточные функции СТМП. | | |
| ПК.9/ПТ | у3. уметь рассчитывать входные преобразователи биомагнитных систем, проводить расчет коэффициентов преобразования магнитометра и чувствительности измерительных каналов | Исследование структуры входного преобразователя Магнитоэкранированные комнаты, активная компенсация, использование градиентометрических структур СТМП. Особенности измерения магнитного поля градиентометром. Небаланс градиентометра. Пространственная и электронная балансировка. Методы автоматизации процесса балансировки. Влияние шумов компенсирующих каналов. Компенсация сетевой помехи. Расчет коэффициентов преобразования магнитометра и чувствительности измерительных каналов Сверхпроводниковые квантовые интерференционные датчики. Высокочастотный сквид, сквид постоянного тока (принцип работы, вольтопотоквые и вольтамперные характеристики, структурные схемы). Шумовые параметры сквидов. Автоматизация настройки параметров сквидов. Сверхпроводниковый трансформатор магнитного потока (СТМП). Коэффициент преобразования. Чувствительность СТМП, связь СТМП со сквидом. | | Экзамен, вопросы 5-13 |

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 3 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.3/НИ, ПК.4/НИ, ПК.5/ПК, ПК.6/ПК, ПК.9/ПТ.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 3 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в

паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.3/НИ, ПК.4/НИ, ПК.5/ПК, ПК.6/ПК, ПК.9/ПТ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра систем сбора и обработки данных

Паспорт экзамена

по дисциплине «Биомагнитные системы», 3 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-10, второй вопрос из диапазона вопросов 11-21 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет АВТФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Биомагнитные системы»

1. Уравнения Лондонов. Глубина проникновения магнитного поля.
2. Борьба с помехами в магнитокардиографии. Градиентометрия, метод электронной балансировки.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) _____ (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0-49 баллов.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные

ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 50-72 баллов.

- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 73-89 баллов.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 90-100 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины:

1. Посещение лекций – 20 баллов.
2. Посещение лабораторных занятий – 20 баллов.
3. Выполнение расчетно-графического задания – 40 баллов.
4. Экзамен – 20 баллов.

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 51 баллов (из 100 возможных).

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Биомагнитные системы»

1. Что такое сверхпроводимость? Идеальный проводник в магнитном поле. Эффект Мейснера.
2. Эффект квантования магнитного потока. Связь с уравнениями Лондонов.
3. Уравнения Лондонов. Глубина проникновения магнитного поля.
4. Что такое сверхпроводниковый трансформатор магнитного потока. Коэффициент преобразования по магнитному потоку.
5. Разновидности сверхпроводниковых трансформаторов магнитного потока. Преимущества трансформаторов выполненных в объемном виде. Коэффициент преобразования по магнитному полю.
6. Слабая связь. Стационарный и нестационарный эффекты Джозефсона. Что такое

- частота Джозефсоновской генерации?
7. Какие типы сверхпроводниковых датчиков вам известны. В чем принципиальное отличие? Схемы съема сигнала. Основные параметры?
 8. Высокочастотный сквид. Уравнение, описывающее зависимость внутреннего потока от внешнего. Вольт-амперная и вольт-поточковая характеристики. Коэффициент преобразования магнитного потока в напряжение.
 9. Сквид со смещением по постоянному току. Вольт-амперная и вольт-поточковая характеристики. Коэффициент преобразования магнитного потока в напряжение.
 10. Особенности настройки сквидов в реальных условиях.
 11. Шумовые параметры сквида. Какие ограничения налагаются Lски.
 12. Требования к криогенному обеспечению (криостат). Как можно определить частоту среза экран-фильтра магнитометра.
 13. Структурная схема магнитометра. Расширения предела измерения, уменьшение низкочастотного дрейфа. Основные параметры магнитометра: быстродействие, частота модуляции, накачка, полоса пропускания?
 14. Что представляет собой криогенный зонд. Основные требования к его параметрам. Каковы типичные размеры криогенного зонда?
 15. Какая модель сердца используется в магнитокардиографии? Основные достоинства магнитокардиографии.
 16. Метод анализа МКГ-данных в магнитокардиографии. Основные требования к проведению процесса съема МКГ.
 17. Борьба с помехами в магнитокардиографии. Градиентометрия, метод электронной балансировки.
 18. Особенности построения изомагнитных карт. Что позволяет дополнительно анализировать биофизический подход.
 19. Можно ли определить значение амплитуды магнитного диполя? Что будет если имеет место только составляющая D_z ?
 20. Основные проблемы в магнитокардиографии, методы решения.
 21. Внешние магнитные поля, магнитное поле человека. Уровни, проблемы измерения магнитного поля человека. Требования к аппаратуре.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра систем сбора и обработки данных

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Биомагнитные системы», 3 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны рассчитать параметры магнитометра в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны провести обзор и анализ литературных источников по данной теме, рассчитать параметры измерительного канала магнитометра, входные преобразователи биомагнитных систем.

Обязательные структурные части РГЗ:

1. Оглавление.
2. Введение (обоснование актуальности темы).
3. Обзор литературы (кратко рассматривают существующие решения, их преимущества и недостатки).
4. Результаты.
5. Заключение (краткое подведение итогов).
6. Список литературы (5-10 источников).

Оцениваемые позиции:

1. Качество проведенного поиска литературы.
2. Корректность проведенных расчетов.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если отсутствуют обязательные части расчетно-графического задания, присутствует значительное количество ошибок в приведенных расчетах. Оценка составляет 0-49 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если присутствуют все необходимые части расчетно-графического задания, проведенные расчеты не точны. Оценка составляет 50-72 баллов.

- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если выполнен анализ современного состояния выбранной темы в полном объеме, а расчеты и результаты проектирования не содержат ошибок. Оценка составляет 73-89 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ современного состояния выбранной темы выполнен в полном объеме. Расчеты и результаты проектирования не содержат ошибок, а предложенная концепция отличается новизной и оригинальностью. Оценка составляет 90-100 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за расчетно-графическое задание учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины:

1. Посещение лекций – 20 баллов.
2. Посещение лабораторных занятий – 20 баллов.
3. Выполнение расчетно-графического задания – 40 баллов.
4. Экзамен – 20 баллов.

4. Примерный перечень тем для расчетно-графического задания

1. Нарисовать типовую структуру магнитометрического канала.
2. По заданным преподавателем значениям чувствительности магнитометра и собственных шумов СКВИДов рассчитать параметры трансформатора магнитного потока (ТМП).
3. Рассчитать коэффициент преобразования ТМП.
4. Для заданного уровня сигнала, помехи и шума, рассчитать параметры магнитометрического канала: полосу пропускания. Динамический диапазон. Определить требование к частоте модуляции.
5. Рассчитать отличие коэффициентов передачи каналов от частоты в зависимости разброса амплитуды ВПХ.