

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

Кафедра защиты информации  
Кафедра систем сбора и обработки данных

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН АВТФ

к.т.н. Рева И. Л.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Высокоточные измерения и измерения сверхмалых величин**

Образовательная программа: 12.04.01 Приборостроение, магистерская программа: Измерительные информационные технологии

Курс: 1, семестр : 2

Факультет автоматике и вычислительной техники,

|    |                                                                                                      | Семестр |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| №  | Вид деятельности                                                                                     | 2       |
| 1  | Всего зачетных единиц (кредитов)                                                                     | 3       |
| 2  | Всего часов                                                                                          | 108     |
| 3  | Всего занятий в контактной форме, час.                                                               | 45      |
| 4  | Лекции, час.                                                                                         | 0       |
| 5  | Практические занятия, час.                                                                           | 18      |
| 6  | Лабораторные занятия, час.                                                                           | 18      |
| 7  | из них в активной и интерактивной форме, час.                                                        | 20      |
| 8  | Аттестация, час.                                                                                     | 2       |
| 9  | Консультации, час.                                                                                   | 7       |
| 10 | Самостоятельная работа, час.                                                                         | 63      |
| 11 | Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе) | РГЗ     |
| 12 | Вид аттестации                                                                                       | ДЗ      |

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 12.04.01 Приборостроение

ФГОС введен в действие приказом №1408 от 30.10.2014 г. , дата утверждения: 26.11.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 12.04.01 Приборостроение

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЗИ, протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017  
ССОД, протокол заседания кафедры №2/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета автоматики и вычислительной техники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

профессор, д.т.н. Толстиков А. С.

Заведующий кафедрой:

с.н.с., к.т.н. Трушин В. А.  
доцент, к.т.н. Прохоренко Е. В.

Ответственный за образовательную программу:

профессор Пасынков Ю. А.

## 1. Внешние требования

Таблица 1.1

|                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы; в части следующих результатов обучения:</b>                      |
| з1. знание современного состояния области высокоточных измерений                                                                                                                                           |
| у1. умение реализовывать существующие подходы к высокоточным и высокочувствительным измерениям                                                                                                             |
| <b>Компетенция ФГОС: ПК.18 способность к организации работ по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых приборов и систем, а также их элементов; в части следующих результатов обучения:</b> |
| з1. знать современное состояние приборостроительной отрасли в России и за рубежом и направление развития приборостроения                                                                                   |
| <b>Компетенция НГТУ: ПК.24.В способность к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике; в части следующих результатов обучения:</b>                                        |
| у1. умение оценивать неопределенность результатов измерений                                                                                                                                                |

## 2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

| Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)                                                                                      | Формы организации занятий                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>Высокоточные измерения и измерения сверхмалых величин</b>                                                                                                                         |                                                                         |
| <b>ОПК.2.з1 знание современного состояния области высокоточных измерений</b>                                                                                                         |                                                                         |
| 1.о круге проблем, связанных с организацией высокоточных измерений                                                                                                                   | Практические занятия;<br>Самостоятельная работа                         |
| <b>ОПК.2.у1 умение реализовывать существующие подходы к высокоточным и высокочувствительным измерениям</b>                                                                           |                                                                         |
| 2.о существующих подходах и принципах построения высокоточных средств измерений                                                                                                      | Практические занятия;<br>Самостоятельная работа                         |
| <b>ОПК.2.з1 знание современного состояния области высокоточных измерений</b>                                                                                                         |                                                                         |
| 3.о современном состоянии области высокоточных измерений                                                                                                                             | Практические занятия;<br>Самостоятельная работа                         |
| <b>ОПК.2.у1 умение реализовывать существующие подходы к высокоточным и высокочувствительным измерениям</b>                                                                           |                                                                         |
| 4.о сферах применения этой области                                                                                                                                                   | Практические занятия;<br>Самостоятельная работа                         |
| <b>ОПК.2.з1 знание современного состояния области высокоточных измерений</b>                                                                                                         |                                                                         |
| 5.объект, предмет, задачи и место дисциплины "Высокоточные измерения и измерения сверхмалых величин" среди других дисциплин области информационно-измерительных и управляющих систем | Практические занятия;<br>Самостоятельная работа                         |
| <b>ПК.18.з1 знать современное состояние приборостроительной отрасли в России и за рубежом и направление развития приборостроения</b>                                                 |                                                                         |
| 6.основные понятия, параметры и характеристики, свойства предмета изучения.                                                                                                          | Практические занятия;<br>Самостоятельная работа                         |
| <b>ПК.24.В.у1 умение оценивать неопределенность результатов измерений</b>                                                                                                            |                                                                         |
| 7.анализировать постановки задач высокоточных измерений                                                                                                                              | Практические занятия;<br>Лабораторные работы;<br>Самостоятельная работа |
| 8.обобщать и интерпретировать результаты измерений                                                                                                                                   | Лабораторные работы;<br>Самостоятельная работа                          |
| <b>ОПК.2.у1 умение реализовывать существующие подходы к высокоточным и высокочувствительным измерениям</b>                                                                           |                                                                         |

|                                                                                                     |                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 9.проектирования и применения высокоточных средств измерений и средств измерений сверхмалых величин | Лабораторные работы;<br>Самостоятельная работа |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|

### 3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

| Темы лабораторных работ                                                                                                                   | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Семестр: 2</b>                                                                                                                         |                      |      |                               |                                                                                                                                        |
| <b>Дидактическая единица: Спутниковые навигационные технологии</b>                                                                        |                      |      |                               |                                                                                                                                        |
| 3. Изучение систем отсчета времени и систем координат применяемых в спутниковых навигационных технологиях.                                | 2                    | 4    | 9                             | Изучение систем отсчета времени и систем координат применяемых в спутниковых навигационных технологиях.                                |
| 4. Изучение программного имитатора измерительной информации, поступающей по навигационным спутникам ГЛОНАСС и GPS.                        | 3                    | 4    | 8                             | Изучение программного имитатора измерительной информации, поступающей по навигационным спутникам ГЛОНАСС и GPS.                        |
| 5. Исследования характеристик точности координатно-временных определений методами имитационного моделирования.                            | 2                    | 4    | 8                             | Исследования характеристик точности координатно-временных определений методами имитационного моделирования.                            |
| <b>Дидактическая единица: Высокоточные частотно-временные измерения</b>                                                                   |                      |      |                               |                                                                                                                                        |
| 1. Математические модели нестабильности квантовых стандартов частоты.                                                                     | 3                    | 4    | 7, 9                          | Рассмотрение и анализ существующих математических моделей нестабильности квантовых стандартов частоты.                                 |
| 2. Изучение организации внутренних и внешних сличений в системе государственного эталона единиц времени, частоты и шкалы времени ВЭТ1-19. | 1                    | 2    | 7                             | Изучение организации внутренних и внешних сличений в системе государственного эталона единиц времени, частоты и шкалы времени ВЭТ1-19. |

Таблица 3.2

| Темы практических занятий                                                                                         | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 2</b>                                                                                                 |                      |      |                               |                      |
| <b>Дидактическая единица: Основные принципы организации высокоточных измерений</b>                                |                      |      |                               |                      |
| 1. Современные тенденции к переопределению единиц физических величин на основе достижений квантовой физики.       | 1                    | 2    | 1                             |                      |
| 2. Формализация задачи измерений. Математические модели объектов исследования. Трансформации уравнений измерений. | 0                    | 1    | 1, 6                          |                      |
| <b>Дидактическая единица: Спутниковые навигационные технологии</b>                                                |                      |      |                               |                      |

|                                                                                                                                           |   |   |      |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------|--|
| 3. Устойчивые алгоритмы идентификации и алгоритмы оценивания вектора состояния объекта исследований. Погрешности оценивания.              | 0 | 1 | 2, 6 |  |
| 4. Принципы построения спутниковых навигационных систем (СНС). Системы отсчета координат и времени.                                       | 1 | 1 | 2, 4 |  |
| 5. Параметры вращения Земли. Эфемеридно-временное обеспечение СНС. Измерение геометрических дальностей.                                   | 1 | 1 | 3    |  |
| 6. Алгоритмы работы аппаратуры приема навигационных сигналов. Типы приемной аппаратуры.                                                   | 0 | 1 | 3    |  |
| 7. Погрешности координатно-временных и навигационных определений. Исследование СНС методами имитационного моделирования.                  | 0 | 1 | 1, 6 |  |
| <b>Дидактическая единица: Высокоточные частотно-временные измерения</b>                                                                   |   |   |      |  |
| 8. Характеристики нестабильности хранителей времени и частоты. Шкалы времени.                                                             | 1 | 2 | 6, 7 |  |
| 9. Принципы работы квантовых стандартов частоты. Построение эталонов единиц времени, частоты и шкал времени.                              | 1 | 2 | 4, 5 |  |
| 10. Современное состояние в области частотно-временных измерений. Современная аппаратура. Формирование шкал групповых хранителей времени. | 1 | 1 | 3    |  |
| <b>Дидактическая единица: Измерения в нанотехнологиях</b>                                                                                 |   |   |      |  |
| 11. Метрологическое обеспечение нанотехнологий.                                                                                           | 1 | 2 | 4    |  |
| 12. Эталоны, эталонные меры, тест-объекты и средства измерений для нанотехнологий.                                                        | 1 | 1 | 5    |  |
| 13. Методики измерений сверхмалых величин.                                                                                                | 1 | 2 | 2, 7 |  |

#### 4. Самостоятельная работа обучающегося

| №                                                                                                                                                                                                        | Виды самостоятельной работы | Ссылки на результаты обучения | Часы на выполнение | Часы на консультации |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 2</b>                                                                                                                                                                                        |                             |                               |                    |                      |
| 1                                                                                                                                                                                                        | РГЗ                         | 5, 7, 8, 9                    | 15                 | 2                    |
| : Прошин Е. М. Измерение времени, частоты и фазы : учебное пособие по курсу "Электрорадиоизмерения" / Е. М. Прошин, Г. А. Садовский ; Рязанский радиотехнический институт. - Рязань, 1976. - 82 с. : ил. |                             |                               |                    |                      |
| 2                                                                                                                                                                                                        | Подготовка к занятиям       | 1                             | 15                 | 2                    |

|                                                                                                                                                                                                          |                                     |               |    |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------|----|---|
| : Фаддеев М. А. Элементарная обработка результатов эксперимента : учебное пособие / М. А. Фаддеев. - СПб. [и др.], 2008. - 117 с. : табл., ил.                                                           |                                     |               |    |   |
| 3                                                                                                                                                                                                        | Дополнительная учебная деятельность | 1, 5, 7       | 7  | 0 |
| : Фаддеев М. А. Элементарная обработка результатов эксперимента : учебное пособие / М. А. Фаддеев. - СПб. [и др.], 2008. - 117 с. : табл., ил.                                                           |                                     |               |    |   |
| 4                                                                                                                                                                                                        | Подготовка к аттестации             | 2, 3, 4, 5, 6 | 26 | 3 |
| : Прошин Е. М. Измерение времени, частоты и фазы : учебное пособие по курсу "Электрорадиоизмерения" / Е. М. Прошин, Г. А. Садовский ; Рязанский радиотехнический институт. - Рязань, 1976. - 82 с. : ил. |                                     |               |    |   |

## 5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

| Деятельность                  | Информационно-коммуникационные технологии |
|-------------------------------|-------------------------------------------|
| Информирование                | e-mail; Портал НГТУ                       |
| Консультирование              | e-mail; Среда электронного обучения НГТУ  |
| Контроль                      | e-mail; Среда электронного обучения НГТУ  |
| Размещение учебных материалов | Личный типовой сайт; ЭБС                  |

Таблица 5.2

### Активные и интерактивные формы проведения занятий

| №                                                                     | Наименование активных форм |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1                                                                     | Дискуссия                  |
| <b>Краткое описание применения:</b> Что понимать под нанотехнологиями |                            |

## 6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

| Оцениваемые виды деятельности обучающихся | Мин. балл | Максимальный балл |
|-------------------------------------------|-----------|-------------------|
| <b>Семестр: 2</b>                         |           |                   |
| <i>Практические занятия:</i>              | 0         | 20                |
| <i>РГЗ:</i>                               | 15        | 40                |
| <i>Зачет:</i>                             | 15        | 40                |

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

| Коды компетенций ФГОС | Результаты обучения                                                                                                      | Формы контроля |       |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|
|                       |                                                                                                                          | Защита РГЗ     | Зачет |
| <b>ОПК.2</b>          | з1. знание современного состояния области высокоточных измерений                                                         | +              | +     |
|                       | у1. умение реализовывать существующие подходы к высокоточным и высокочувствительным измерениям                           | +              | +     |
| <b>ПК.18</b>          | з1. знать современное состояние приборостроительной отрасли в России и за рубежом и направление развития приборостроения | +              | +     |
|                       | ПК.24.В у1. умение оценивать неопределенность результатов измерений                                                      | +              | +     |

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

## 7. Литература

### Основная литература

1. Одуан К. Измерение времени. Основы GPS / К. Одуан, Б. Гино ; пер. с англ. Ю. С. Домнина под ред В. М. Татаренкова с доп. М. Б. Кауфмана. - М., 2002. - 399 с. : ил.
2. ПМГ 96-2009. Государственная система обеспечения единства измерений. Результаты и характеристики качества измерений. Формы представления / Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации. - М., 2010. - III, 10 с.

### Дополнительная литература

1. Льюнг Л. Идентификация систем : теория для пользователя / Л. Льюнг ; пер. с англ. А. С. Манделя и А. В. Назина ; под ред. Я. З. Цыпкина. - М., 1991. - 431, [1] с. : ил., табл.
2. Сетевые спутниковые радионавигационные системы / [В. С. Шебшаевич и др.] ; под ред. П. П. Дмитриева и В. С. Шебшаевича. - М., 1982. - 271, [1] с. : ил.
3. Розенберг В. Я. Введение в теорию точности измерительных систем / В. Я. Розенберг. - М., 1975. - 302, [2] с. : ил.
4. Гусев К. И. Метрологическое обеспечение, взаимозаменяемость, стандартизация : Учебник для вузов / К. И. Гусев, Р. В. Медведева, Е. П. Мышеловов, Е. А. Яковлев. - М., 1992. - 379 с. : ил.
5. Жданюк Б. Ф. Основы статистической обработки траекторных измерений / Б. Ф. Жданюк. - М., 1978. - 384 с. : ил.

### Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

## 8. Методическое и программное обеспечение

### 8.1 Методическое обеспечение

1. Фаддеев М. А. Элементарная обработка результатов эксперимента : учебное пособие / М. А. Фаддеев. - СПб. [и др.], 2008. - 117 с. : табл., ил.
2. Прошин Е. М. Измерение времени, частоты и фазы : учебное пособие по курсу "Электрорадиоизмерения" / Е. М. Прошин, Г. А. Садовский ; Рязанский радиотехнический институт. - Рязань, 1976. - 82 с. : ил.

#### *8.2 Специализированное программное обеспечение*

1 Microsoft Windows

2 Microsoft Office

### **9. Материально-техническое обеспечение**

Презентационное оборудование

| № | Наименование                                                                         | Назначение                      |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1 | Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления) | Визуальное сопровождение лекций |

Новосибирск - 2017

# 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине **Высокоточные измерения** и измерения сверхмалых величин 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.18/ОУ способность к организации работ по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых приборов и систем, а также их элементов | з1. знать современное состояние приборостроительной отрасли в России и за рубежом и направление развития приборостроения | Устойчивые алгоритмы идентификации и алгоритмы оценивания вектора состояния объекта исследований. Погрешности оценивания.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | РГЗ                                                           | Зачет, вопрос 3                           |
| ПК.2 способность осуществлять высокоточные измерения и измерения особо малых величин                                                        | з1. знание современного состояния области высокоточных измерений                                                         | Алгоритмы работы аппаратуры приема навигационных сигналов. Типы приемной аппаратуры. Параметры вращения Земли. Эфемеридно-временное обеспечение СНС. Измерение геометрических дальностей. Принципы работы квантовых стандартов частоты. Построение эталонов единиц времени, частоты и шкал времени. Современные тенденции к переопределению единиц физических величин на основе достижений квантовой физики. Формализация задачи измерений. Математические модели объектов исследования. Трансформации уравнений измерений. Эталоны, эталонные меры, тест-объекты и средства измерений для нанотехнологий. | РГЗ                                                           | Зачет, вопросы 1, 2, 6, 7, 10, 15         |
| ПК.2                                                                                                                                        | у1. умение реализовывать существующие подходы к высокоточным и высокочувствительным измерениям                           | Изучение систем отсчета времени и систем координат применяемых в спутниковых навигационных технологиях. Математические модели неустойчивости квантовых стандартов частоты. Принципы построения спутниковых навигационных систем (СНС). Системы отсчета координат и времени. Принципы работы квантовых стандартов частоты. Построение эталонов единиц времени, частоты и шкал времени. Устойчивые                                                                                                                                                                                                           | РГЗ                                                           | Зачет, вопросы 2, 4, 5, 8, 11             |

|                                                                                                      |                                                         |                                                                                                                                                                                |     |                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------|
|                                                                                                      |                                                         | алгоритмы идентификации и алгоритмы оценивания вектора состояния объекта исследований. Погрешности оценивания.                                                                 |     |                     |
| ПК.24.В<br>способность к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике | умение оценивать неопределенность результатов измерений | Исследования характеристик точности координатно-временных определений методами имитационного моделирования. Математические модели неустойчивости квантовых стандартов частоты. | РГЗ | Зачет, вопросы 2, 9 |

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 2 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.18/ОУ, ПК.2, ПК.24.В.

Зачет проводится в устной форме, по билетам.

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

В 2 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.18/ОУ, ПК.2, ПК.24.В, 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 защиты информации  
Кафедра систем сбора и обработки данных

## Паспорт зачета

по дисциплине «Высокоточные измерения и измерения сверхмалых величин», 2 семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам (тестам). Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-8, второй вопрос из диапазона вопросов 9-16 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет АВТФ

Билет № \_\_\_\_\_

к зачету по дисциплине «Высокоточные измерения и измерения сверхмалых величин»

---

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2

Утверждаю: зав. кафедрой ЗИ \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись) (дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на билет (тест) для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 15 *баллов*.
- Ответ на билет (тест) для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, допускает не принципиальные ошибки, например вычислительные, оценка составляет 15-24 *баллов*.
- Ответ на билет (тест) 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, оценка составляет 25-33 *баллов*.
- Ответ на билет (тест) 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, оценка составляет 34-40 баллов.

### **3. Шкала оценки**

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 15 баллов (из 40 возможных).

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

### **4. Вопросы к зачету по дисциплине «Высокоточные измерения и измерения сверхмалых величин»**

1. Современные тенденции к переопределению единиц физических величин на основе достижений квантовой физики
2. Формализация задачи измерений. Математические модели объектов исследования. Трансформации уравнений измерений
3. Устойчивые алгоритмы идентификации и алгоритмы оценивания вектора состояния объекта исследований. Погрешности оцениваний
4. Принципы построения спутниковых навигационных систем
5. Системы отсчета координат и времени
6. Параметры вращения Земли. Эфемеридно-временное обеспечение спутниковых навигационных систем
7. Типы и алгоритмы работы аппаратуры приема навигационных сигналов
8. Погрешности координатно-временных и навигационных определений
9. Исследование спутниковых навигационных систем методами имитационного моделирования
10. Принципы работы квантовых стандартов частоты.
11. Построение эталонов единиц времени, частоты и шкал времени
12. Современное состояние в области частотно-временных измерений.
13. Формирование шкал групповых хранителей времени
14. Метрологическое обеспечение нанотехнологий
15. Эталоны, эталонные меры, тест-объекты и средства измерений для нанотехнологий
16. Методики измерений сверхмалых величин

## Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Высокоточные измерения и измерения сверхмалых величин», 2 семестр

### 1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны решить задачу позиционирования пользователя глобальной системы спутниковой навигации в соответствии с исходными данными.

Обязательные структурные части РГЗ: титульный лист, введение, краткие теоретические сведения, расчетная часть, заключение, список литературы.

Оцениваемые позиции: корректность выбора метода решения задачи и правильность расчетов.

### 2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), выбран неверный метод решения, допущены принципиальные ошибки, оценка составляет менее 15 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: метод решения содержит неточности, в расчетах присутствуют не принципиальные ошибки, оценка составляет 15-24 балла.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если задача решена в полном объеме, метод решения правильный, есть незначительные ошибки, оценка составляет 25-32 балла.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если задача решена полностью, обоснован выбор метода ее решения, ошибок нет, оценка составляет 33-40 баллов.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

1. Решение базовой задачи позиционирования потребителя в отсутствие возмущающих воздействий с использованием линеаризации уравнений измерений
2. Решение базовой задачи позиционирования потребителя в отсутствие возмущающих воздействий на основе нелинейных уравнений измерений
3. Решение задачи позиционирования потребителя в отсутствие возмущающих воздействий с решением неопределенной системы линеаризованных уравнений измерений МНК
4. Решение задачи позиционирования потребителя в условиях ухода бортовых часов на 10 нс с решением системы линеаризованных уравнений измерений
5. Решение задачи позиционирования потребителя в условиях тропосферной задержки навигационного сигнала