

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 11.04.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Радиотехнические системы

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ТЕОРИЯ И ТЕХНИКА РАДИОЛОКАЦИИ И РАДИОНАВИГАЦИИ

| | |
|---|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Обязательная |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.О.05 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 1 семестр - 4; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 часа |
| Лекции | 1 семестр - 32 часа; |
| Практические занятия | не предусмотрено учебным планом |
| Лабораторные работы | 1 семестр - 16 часов; |
| Консультации | 1 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 1 семестр - 93,5 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Коллоквиум Контрольная работа Расчетно-графическая работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 1 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|--|--|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Баскаков А.И. |
| | Идентификатор | R46d2b27d-BaskakovAI-105a725f |

(подпись)

А.И. Баскаков

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|--|--|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Комаров А.А. |
| | Идентификатор | R8495daf1-KomarovAIA-eada3f0e |

(подпись)

А.А. Комаров

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|--|--|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Комаров А.А. |
| | Идентификатор | R8495daf1-KomarovAIA-eada3f0e |

(подпись)

А.А. Комаров

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: состоит в изучении теории и техники радиолокационных и радионавигационных систем

Задачи дисциплины

- изучение методов выбора оптимальных параметров радиолокационных и радионавигационных систем;
- изучение методов расчета технических характеристик радиолокационных и радионавигационных систем с оценкой потенциальной помехоустойчивости;
- освоение методов принятия и обоснования конкретных технических решений при создании радиолокационных и радионавигационных систем.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--|---|--|
| ОПК-1 способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора | ИД-1 _{ОПК-1} Представляет современную научную картину мира, выявляет естественнонаучную сущность проблемы проектирования, производства и использования в практической деятельности радиоэлектронных устройств и систем | знать: - основные проблемы в области радиолокационных и радионавигационных систем. уметь: - выбирать методы и средства решения задач при разработке радиолокационных и радионавигационных систем. |
| ОПК-2 способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы | ИД-1 _{ОПК-2} Применяет современные методы научного исследования и разработки радиотехнических устройств и систем | знать: - современные методы исследования и разработки радиолокационных и радионавигационных систем. уметь: - выполнять моделирование радиолокационных и радионавигационных систем с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием современных методов. |
| ОПК-2 способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы | ИД-2 _{ОПК-2} Представляет и аргументировано защищает полученные результаты | уметь: - анализировать результаты работы радиолокационных и радионавигационных систем. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиотехнические системы (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания | |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|---|--|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| 1 | Принципы построения радиолокационных систем | 16 | 1 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 12 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 13-124 [2], стр. 5-44 [5], стр. 10-29 | |
| 1.1 | Принципы построения радиолокационных систем | 16 | | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 12 | - | | |
| 2 | Методы измерения дальности и скорости | 24 | | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 12 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 228-251, 277-281 |
| 2.1 | Методы измерения дальности и скорости | 24 | | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 12 | - | |
| 3 | Методы обзора пространства и измерения угловых координат | 22 | | 6 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 12 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 210-285 [3], стр. 252-272 |
| 3.1 | Методы обзора пространства и измерения угловых координат | 22 | | 6 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 12 | - | |
| 4 | Принципы построения и основные характеристики автономных радионавигационных систем | 22 | | 6 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 12 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 4-37, 59-73 |
| 4.1 | Принципы построения и основные характеристики автономных | 22 | | 6 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 12 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|--------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------|------------|-------------|-------------|--|
| | радионавигационных систем | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Борьба с активными и пассивными помехами. Перспективы развития теории и техники радиолокационных и радионавигационных систем | 24 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | 12 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 286-317 [3], стр. 147-205 |
| 5.1 | Борьба с активными и пассивными помехами. Перспективы развития теории и техники радиолокационных и радионавигационных систем | 24 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | 12 | - | |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Всего за семестр | 144.0 | 32 | 16 | - | - | 2 | - | - | 0.5 | 60 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 144.0 | 32 | 16 | - | 2 | - | - | 0.5 | 0.5 | 93.5 | | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Принципы построения радиолокационных систем

1.1. Принципы построения радиолокационных систем

Задачи, решаемые радиолокацией. Тактико-технические характеристики радиолокационных систем. Виды радиолокационной информации и способы их получения. Радиолокационные цели: сосредоточенные, распределенные и объемно-распределенные и поверхностно-распределенные. Энергетические соотношения в радиолокации. Однопозиционные, бистатические и многопозиционные системы. Типовая блок-схема РЛС и состав аппаратуры РЛС. Характеристики сигналов РЛС. Статистический подход к синтезу оптимальных алгоритмов обнаружения, измерения координат, параметров движения и распознавания объектов. Расчеты характеристик обнаружения и потенциальной точности определения координат параметров движения..

2. Методы измерения дальности и скорости

2.1. Методы измерения дальности и скорости

Методы и алгоритмы измерения дальности. Потенциальная и реальная точность измерения дальности, выбор оптимальной формы зондирующего сигнала. Импульсный, частотный и фазовый радиодальномеры. Пределы однозначного отсчета, точность и разрешающая способность радиодальномера. Выбор оптимальной формы зондирующего сигнала в задачах измерения дальности. Особенности работы радиодальномеров в бортовых и стационарных наземных комплексах. Автосопровождение по дальности. Методы измерения радиальной и тангенциальной скорости. Потенциальная и реальная точность измерения скорости, пределы однозначного отсчета скорости, разрешающая способность. Выбор оптимальной формы зондирующего сигнала в задачах измерения скорости. Радиоизмерители скорости активных и пассивных объектов. Автосопровождение целей по скорости..

3. Методы обзора пространства и измерения угловых координат

3.1. Методы обзора пространства и измерения угловых координат

Основные характеристики обзорных систем. Методы и алгоритмы измерения угловых координат. Одномерный последовательный обзор пространства и определение угловых координат по центру пачки. Потенциальная и реальная точность измерения угловых координат. Амплитудные, фазовые и корреляционно-фазовые радиопеленгаторы. Моноимпульсные радиопеленгаторы. Радиоинтерферометры. Автосопровождение целей по угловым координатам. Пределы однозначного отсчета, точность и разрешающая способность радиоизмерителей угловых координат различного типа. Картографирование поверхности с высокой разрешающей способностью с борта летательных и космических аппаратов методом синтеза апертуры антенны и обнаружение малоразмерных объектов на фоне земной поверхности. Радиолокационные комплексы обзора пространства и определения угловых координат..

4. Принципы построения и основные характеристики автономных радионавигационных систем

4.1. Принципы построения и основные характеристики автономных радионавигационных систем

Автономные системы радионавигации: радиовысотометры (РВ), доплеровские измерители скорости и угла сноса (ДИСС), корреляционно-экстремальные системы навигации на базе

радиовысотометров и радиолокаторов с синтезированной апертурой антенны (РСА). Выбор диапазона радиоволн для различных систем. Энергетические соотношения в автономных радионавигационных системах. Особенности радиовысотометров больших и малых высот. Характеристики отражения от гладкой и шероховатой поверхности. Реализация следящих РВ. Погрешности измерения высоты. Навигационный треугольник. Однолучевые и многолучевые ДИСС. Выбор оптимальной ориентации лучей многолучевой ДНА. Особенности реализации. Морской эффект в ДИСС. Погрешности измерения скорости и угла сноса летательного аппарата. Системы счисления пути. Принципы реализации корреляционно-экстремальных систем автономной навигации. Погрешности местоопределения. Развитие радионавигации по рельефу местности и другим радиофизическим полям Земли..

5. Борьба с активными и пассивными помехами. Перспективы развития теории и техники радиолокационных и радионавигационных систем

5.1. Борьба с активными и пассивными помехами. Перспективы развития теории и техники радиолокационных и радионавигационных систем

Методы борьбы с активными и пассивными помехами. Расчет характеристик радиолокационных систем с системами селекции движущихся целей (СДЦ). История развития радиолокационных и радионавигационных систем. Перспективы развития и совершенствования теории и техники радиолокационных и радионавигационных систем. Улучшение распознавания объектов, методов радиовидения с использованием сверхширокополосных сигналов, антенн с синтезированной апертурой, новых диапазонов радиоволн и многодиапазонных активных фазированных антенных решеток. Трехмерное картографирование поверхности с использованием космических бортовых радиоинтерферометров РСА. Радиолокационные системы подповерхностного зондирования (георадары)..

3.3. Темы практических занятий
не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование основных энергетических соотношений в радиолокации;
2. Исследование методов формирования и согласованной фильтрации импульсного сигнала с линейной частотной модуляцией;
3. Исследование системы углового сопровождения по центру пачки импульсных сигналов;
4. Исследование методов формирования и корреляционной обработки импульсного псевдослучайного сигнала фазовой манипуляцией М-кодом.

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ
Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|---|-----------------------|---|---|---|---|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Знать: | | | | | | | |
| основные проблемы в области радиолокационных и радионавигационных систем | ИД-1 _{ОПК-1} | + | | | | | Коллоквиум/Защита лабораторной работы №1 |
| современные методы исследования и разработки радиолокационных и радионавигационных систем | ИД-1 _{ОПК-2} | | + | + | | | Коллоквиум/Защита лабораторной работы №2 Коллоквиум/Защита лабораторной работы №3 |
| Уметь: | | | | | | | |
| выбирать методы и средства решения задач при разработке радиолокационных и радионавигационных систем | ИД-1 _{ОПК-1} | | | | + | + | Контрольная работа/Контрольная работа "Зондирующие радиолокационные сигналы" |
| выполнять моделирование радиолокационных и радионавигационных систем с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием современных методов | ИД-1 _{ОПК-2} | + | + | + | + | | Расчетно-графическая работа/Защита расчётного задания |
| анализировать результаты работы радиолокационных и радионавигационных систем | ИД-2 _{ОПК-2} | | | | + | + | Коллоквиум/Защита лабораторной работы №4 |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Защита расчётного задания (Расчетно-графическая работа)
2. Контрольная работа "Зондирующие радиолокационные сигналы" (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы №1 (Коллоквиум)
2. Защита лабораторной работы №2 (Коллоквиум)
3. Защита лабораторной работы №3 (Коллоквиум)
4. Защита лабораторной работы №4 (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Баскаков, А. И. Локационные методы исследования объектов и сред : учебник для вузов по специальности 210301 "Радиофизика" / А. И. Баскаков ; Ред. А. И. Баскаков . – М. : АКАДЕМИЯ, 2011 . – 384 с. – (Высшее профессиональное образование) . - ISBN 978-5-7695-7436-8 . ;
2. Баскаков, А. И. Зондирующие радиолокационные сигналы : учебное пособие по курсам "Радиолокация" и "Радиолокационные устройства и системы" / А. И. Баскаков, Т. С. Жутяева, Ю. И. Лукашенко, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2011 . – 56 с. - ISBN 978-5-383-00659-7 .
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2819;
3. Бакулев, П. А. Радиолокационные системы : Учебник для вузов по специальности "Радиоэлектронные системы" направления "Радиотехника" / П. А. Бакулев . – М. : Радиотехника, 2004 . – 320 с. - ISBN 5-931080-27-9 . ;
4. Алексеев, О. А. Радионавигационные системы. В 2-х ч. Часть 1. Автономные радионавигационные системы летательных аппаратов : учебное пособие по курсам "Радионавигационные системы", "Теория и техника радиолокации и радионавигации" / О. А. Алексеев, А. И. Баскаков, В. А. Терехов ; ред. Ю. Н. Бугаев ; Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 76 с. - ISBN 978-5-7046-1792-1 .

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8746;

5. В. П. Бердышев, Е. Н. Гарин, А. Н. Фомин, В. Н. Тяпкин, Ю. Л. Фатеев, И. В. Лютиков, А. В. Богданов, Р. Ю. Кордюков- "Радиолокационные системы", Издательство: "Сибирский федеральный университет (СФУ)", Красноярск, 2011 - (400 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229384>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Python;
6. GNU Octave.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|---|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | А-400, Учебная аудитория "А" | парта, стул, доска меловая, экран интерактивный, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий | Е-801/1, Учебная лаборатория радиолокационных и радионавигационных систем | парта со скамьей, стол преподавателя, стол, стол компьютерный, стул, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, лабораторный стенд, ноутбук |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | А-400, Учебная аудитория "А" | парта, стул, доска меловая, экран интерактивный, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный |
| Помещения для | Е-614, Компьютерный | стол, стол компьютерный, стул, |

| | | |
|--|---------------------------------------|---|
| самостоятельной работы | класс каф. "РТП и АС" | шкаф для документов, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер |
| Помещения для консультирования | Е-801/7, Преподавательская каф. "РТП" | парта, стол компьютерный, стул, шкаф, стол письменный |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Е-800/7, Архив каф. "РТП и АС" | стол, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, холодильник |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Теория и техника радиолокации и радионавигации**

(название дисциплины)

1 семестр**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Защита лабораторной работы №1 (Коллоквиум)
 КМ-2 Защита лабораторной работы №2 (Коллоквиум)
 КМ-3 Защита лабораторной работы №3 (Коллоквиум)
 КМ-4 Контрольная работа "Зондирующие радиолокационные сигналы" (Контрольная работа)
 КМ-5 Защита расчётного задания (Расчетно-графическая работа)
 КМ-6 Защита лабораторной работы №4 (Коллоквиум)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | Принципы построения радиолокационных систем | | | | | | | |
| 1.1 | Принципы построения радиолокационных систем | | + | | | | + | |
| 2 | Методы измерения дальности и скорости | | | | | | | |
| 2.1 | Методы измерения дальности и скорости | | | + | + | | + | |
| 3 | Методы обзора пространства и измерения угловых координат | | | | | | | |
| 3.1 | Методы обзора пространства и измерения угловых координат | | | + | + | | + | |
| 4 | Принципы построения и основные характеристики автономных радионавигационных систем | | | | | | | |
| 4.1 | Принципы построения и основные характеристики автономных радионавигационных систем | | | | | + | + | + |
| 5 | Борьба с активными и пассивными помехами. Перспективы развития теории и техники радиолокационных и радионавигационных систем | | | | | | | |
| 5.1 | Борьба с активными и пассивными помехами. Перспективы развития теории и техники радиолокационных и радионавигационных систем | | | | | + | | + |
| Вес КМ, %: | | | 18 | 18 | 18 | 10 | 18 | 18 |