

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
электроники

Усков Г.К.

31.01.2024г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.05 Основы спутниковой радионавигации**

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

03.04.03 Радиофизика

2. Профиль подготовки/специализация:

Системы телекоммуникаций и радиоэлектронной борьбы

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: электроники

6. Составители программы:

Костылев В.И., доктор физико-математических наук, профессор

7. Рекомендована:

НМС физического факультета 30.08.2021, № протокола: 8

8. Учебный год: 2025/2026

Семестр(ы): 3

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цели и задачи курса заключаются в получении студентами фундаментальных знаний по основам навигации, моделям Земли, алгоритмам обработки спутниковых сигналов в аппаратуре потребителя.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к профессиональному циклу и является дисциплиной по выбору вариативной части. Для успешного освоения её теоретической части студенты должны свободно владеть аппаратом математического анализа, теории вероятностей, знать теоретические основы радиотехники. Для освоения практических методов дисциплины студенты должны уметь использовать математические пакеты прикладных программ.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен принимать участие в разработке и научных исследованиях систем связи и телекоммуникаций	ПК-1.1 ПК-1.3	Владеет фундаментальными знаниями в области систем связи и телекоммуникаций. Проводит анализ известных технических решений отдельных блоков систем связи, телекоммуникаций и радионавигации	знать: физические основы теории современных ГНСС уметь: оценивать помехоустойчивость приема сигналов владеть: навыками определения координат

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3/108.

Форма промежуточной аттестации *зачет*.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		3	№ семестра	...
Аудиторные занятия	64	64		
в том числе:	лекции	38	38	
	практические	26	26	
	лабораторные			
Самостоятельная работа	44	44		
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)				
Итого:	108	108		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Основы навигации	Системы координат. Модели и параметры земного эллипсоида

1.2	Навигационное сообщение	Структура навигационного сообщения. Эфемериды.
1.3	Обработка навигационных сигналов	Основы оптимальной обработки сигналов. Структура аппаратуры потребителя
2. Практические занятия		
2.1	Навигационное сообщение	Формирование навигационных сигналов и расчет их спектров.
2.2	Обработка навигационных сигналов	Синтез и анализ оптимальных алгоритмов приема радионавигационного сигнала.
2.3	Навигационное сообщение	Формирование навигационных сигналов и расчет их спектров.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Основы навигации	10	8		16	34
2	Навигационное сообщение	12	8		16	36
3	Обработка навигационных сигналов	16	10		12	38
	Итого:	38	26		44	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для успешного освоения дисциплины необходима регулярная и планомерная работа с конспектом лекций и литературой, выполнение практических и лабораторных работ.

Лекции представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в его тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. Рекомендуется записывать не каждое слово лектора, а постараться записать его основную мысль, используя понятные сокращения.

После окончания лекции нужно просматривать конспект для определения материала, вызывающего затруднения для понимания. После этого следует обратиться к рекомендуемой в настоящей программе литературе с целью углубленного изучения проблемного вопроса. В общем случае работа лишь с одним литературным источником часто является недостаточной для полного понимания, поэтому необходимо просматривать несколько источников для выбора того, который наиболее полно и доступно освещает изучаемый материал. В случае если проблемы с пониманием остались, необходимо обратиться к преподавателю на ближайшей лекции с заранее сформулированными вопросами.

Для успешного освоения лекционного курса рекомендуется регулярно повторять изученный материал, и проверять свои знания отвечая на контрольные вопросы в рекомендуемых учебных пособиях.

Практические занятия позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности практических занятий для подготовки к ним необходимо разобрать лекцию по соответствующей теме и ознакомиться с соответствующим разделом литературы. При выполнении лабораторных и практических работ необходимо обращать внимание на особенности функционирования исследуемых устройств. Подготовка к защите работ должна включать повторение лекционного материала и работу с предлагаемой учебной литературой. Перечень контрольных вопросов к защите приводится в методических указаниях к лабораторной работе. При оформлении пояснительной записки следует придерживаться правил ЕСКД.

Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- выполнение домашних заданий;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка к практическим и лабораторным работам, зачетам и экзаменам.

Кроме литературы из основного списка рекомендуется самостоятельно использовать дополнительную. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

В процессе самостоятельной работы следует занимать активную позицию и пользоваться не только рекомендованной литературой, но и самостоятельно найденными источниками. Для проверки знания по изученной теме необходимо ответить на контрольные вопросы, выдаваемые преподавателем на лекциях в конце изучения соответствующего раздела.

При изучении дисциплины рекомендуется использовать возможности сети интернет для получения дополнительной информации по рассматриваемой теме. В частности, много информации можно получить на сайтах разработчиков САПР.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к онлайн-занятиям, ответственно подходить к выполнению заданий для самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Р.В. Бакитько [и др.]; под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. – Изд. 3-е, перераб. – М.: Радиотехника, 2005. -687с.
2.	Соловьев Ю.А. Спутниковая навигация и ее приложения / Ю.А. Соловьев. - М.: Эко-Трендз, 2003. -325с.
3.	Перов А.И. Основы построения спутниковых радионавигационных систем: [учебное пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки специалистов 210601 «Радиоэлектронные системы и комплексы»] / А.И. Перов. – Москва : Радиотехника, 2012. – 236с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации / Ю.А. Соловьев. – М.: Эко-трендз, 2000. -267с.
2	Сетевые спутниковые радионавигационные системы / под ред. П.П. Дмитриева и В.С. Шебшаевича. – М.: Радио и связь, 1982. – 271с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1.	Электронная библиотека Зональной научной библиотеки Воронежского государственного университета : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml,simple_elib.xsl+rus
2.	Электронно-библиотечная система "БиблиоТех" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1486
3.	Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1457
4.	Электронно-библиотечная система BOOK.ru.(изд-во "КноРус") : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1436
5.	Электронная библиотека Зональной научной библиотеки Воронежского государственного университета : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml,simple_elib.xsl+rus

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1.	Перов А.И. Методы и алгоритмы оптимального приема сигналов в аппаратуре потребителей спутниковых радионавигационных систем: [учебное пособие для студ.вузов, обуч.по направлению подготовки специалистов 210601 «Радиоэлектронные системы и комплексы»] / А.И.Перов. – Москва : Радиотехника, 2012. -234с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины могут использоваться технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе образовательного портала "Электронный университет ВГУ" по адресу <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=5012>, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Компьютер RAMEC МТЛ5-6400/8GB/500GB – 20 шт.

Коммутатор HPJ9981A – 1 шт.

Комплекс для проведения лекций, семинаров и презентаций – 1 шт.

Проектор Optoma W402 – 1шт.

Экран Cactus Wallscreen – 1 шт.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Основы навигации	ПК-1.1-ПК-1.3	Владеет фундаментальными знаниями в области систем связи и телекоммуникаций	Практические задания
2.	Навигационное сообщение	ПК-1.1-ПК-1.3	Проводит анализ известных технических решений отдельных блоков систем связи, телекоммуникаций и радионавигации	Реферат
3.	Обработка навигационных сигналов	ПК-1.1-ПК-1.3	Владеет фундаментальными знаниями в области систем связи и телекоммуникаций	
Промежуточная аттестация форма контроля – зачёт				Перечень вопросов к зачёту

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: практические задания.

Перечень практических заданий:

- 1) знание физических основ теории современных ГНСС
- 2) знание основных характеристик устройств, анализирующих радионавигационные сигналы
- 3) умение оценивать помехоустойчивость приема сигналов
- 4) умение использовать основные методы измерения параметров радионавигационных сигналов и их спектров
- 5) владение навыками определения координат
- 6) владение математическим аппаратом, позволяющим обрабатывать радионавигационные сигналы в дискретном времени

Практические задания выполняются студентами как в аудиториях, так и самостоятельно. Результаты предоставляются преподавателю. Переход к выполнению следующего практического задания возможен только при условии успешной сдачи предыдущей.

За практическую работу студент получает оценку «зачтено», если может продемонстрировать процесс расчёта основных параметров и характеристик радиотехнических сигналов в математическом пакете, дать физическое обоснование полученных результатов и внести в программу модификации по требованию преподавателя.

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: вопросы к зачёту.

Перечень вопросов к зачёту:

1. Структура спутниковых навигационных систем
2. шкалы времени
3. Траекторное движение навигационных спутников
4. Системы координат, используемые в спутниковой навигации
5. Классические элементы орбиты спутника
6. Методы решения навигационных задач
7. Радиосигналы в ГЛОНАСС
8. Навигационные сообщения
9. Модуляция радиосигнала навигационным сообщением
10. Извлечение навигационной информации: методы и алгоритмы обработки сигналов
11. Навигационный приемник с двухэтапной обработкой сигналов

Зачёт проводится в виде устного ответа на вопросы, заданные преподавателем из списка вопросов к зачёту.

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели:

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом теории радиоэлектронной борьбы;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется 2-балльная шкала: «зачет», «незачет».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
---------------------------------	--------------------------------------	--------------

<p><i>Обучающийся владеет теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, частично умеет применять теоретические знания для решения практических задач</i></p>	<p><i>Пороговый уровень</i></p>	<p><i>Зачет</i></p>
<p><i>Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки, не умеет применять теоретические знания для решения практических задач</i></p>	<p>–</p>	<p><i>Незачет</i></p>