

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 6 от 31.05.2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Основы космического позиционирования и навигации

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

09.03.02 - Информационные системы и технологии

Направленность образовательной программы

Информационные технологии в системах космической связи

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2021 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.15 Основы космического позиционирования и навигации относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-14: Способен обосновывать правильность выбранной модели, сопоставляя результаты экспериментальных данных и полученных решений в области применения информационных технологий в физических исследованиях и смежных областях.	<p>ПК-14.1: Знать основные методы обработки и сравнения результатов экспериментальных данных и полученных решений.</p> <p>ПК-14.2: Уметь обосновывать правильность выбранной модели.</p> <p>ПК-14.3: Владеть опытом выбора и обоснования правильности выбранной модели, сопоставления результатов экспериментальных данных и полученных решений.</p>	<p>ПК-14.1: Знать основные методы космического позиционирования и навигации.</p> <p>Знать основные характеристики методов космического позиционирования и навигации, области и условия применимости.</p> <p>ПК-14.2: Уметь классифицировать методы космического позиционирования и навигации.</p> <p>Уметь применять основные методы космического позиционирования и навигации для решения задачи оценки координат излучающего объекта.</p> <p>ПК-14.3: Владеть навыками решения задачи оценки координат излучающего объекта методами космического позиционирования и навигации.</p> <p>Владеть навыками оценки точностных характеристик методов космического позиционирования и навигации.</p>	Исследовательское задание	Зачёт: Дискуссия

ПК-20-Д: Способен применять методы моделирования формирования сигналов и обработки сигналов в каналах систем связи в задачах анализа функционирования систем связи	ПК-20-Д.1: Способен применять методы моделирования формирования сигналов и обработки сигналов в каналах систем связи в задачах анализа функционирования систем связи. ПК-20-Д.2: Уметь применять методы моделирования формирования сигналов и обработки сигналов в каналах систем связи в задачах анализа функционирования систем связи.	ПК-20-Д.1: Знать классические методы оценки параметров сигналов. Знать взаимосвязь между измеряемыми параметрами сигнала и навигационными параметрами. ПК-20-Д.2: Уметь применять классические методы оценки параметров сигналов, в задаче оценки координат источника радиоизлучения.	Исследовательское задание	Зачёт: Дискуссия
ПК-3: Способен разрабатывать программное обеспечение систем цифровой обработки данных в различных областях профессиональной деятельности	ПК-3.1: Знать особенности применения систем цифровой обработки данных. ПК-3.2: Уметь применять алгоритмы и методы цифровой обработки данных при разработке программного обеспечения. ПК-3.3: Владеть навыками разработки прикладного программного обеспечения.	ПК-3.1: Знать основные типы данных C/C++/C#. Знать особенности компьютерных вычислений, связанные с ограничениями, возникающими при представлении чисел в ОС. Знать основные принципы параллельных вычислений. ПК-3.2: Уметь применять основные типы данных C/C++/C#, при разработке алгоритмического программного обеспечения. Уметь разрабатывать ПО, с учетом особенностей компьютерных вычислений. Уметь применять методы параллельных вычислений. ПК-3.3: Владеть навыками разработки ПО, являющееся инструментом проведения компьютерного эксперимента.	Исследовательское задание	Зачёт: Дискуссия

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	12
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	26
- КСР	1
самостоятельная работа	33
Промежуточная аттестация	0 зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0
Тема 1. Введение в космическое позиционирование и навигацию. Основные понятия и определения.	7	1	2	3	4
Тема 2. Обзор и классификация методов оценки координат источников радиоизлучения.	7	1	2	3	4
Тема 3. Оценка навигационных параметров источников радиоизлучения. Связь навигационных параметров с параметрами сигнала.	10	2	4	6	4
Тема 3. Угломерные методы оценки координат источников радиоизлучения. Основные сведения. Условия применения. Точностные характеристики. Вариационный подход.	11	2	4	6	5
Тема 4. Дальномерные методы оценки координат источников радиоизлучения. Основные сведения. Условия применения. Точностные характеристики. Вариационный подход.	11	2	4	6	5
Тема 5. Доплеровские методы оценки координат источников радиоизлучения. Основные сведения. Условия применения. Точностные характеристики. Вариационный подход.	11	2	4	6	5
Тема 7. Формирование совместных методов оценки координат источников радиоизлучения. Проблема выбора начального приближения для оптимизационной задачи нахождения координат источника радиоизлучения. Аналитическое решение систем. Линеаризационный подход.	14	2	6	8	6
Аттестация	0				
КСР	1				1
Итого	72	12	26	39	33

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "-" (-).
 - открытый онлайн-курс MOOC "-" (-).
- Иные учебно-методические материалы: -

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Исследовательское задание) для оценки сформированности компетенции ПК-14

1. Исследовать точностные характеристики дальномерного метода, на основе многопозиционной системы космического базирования.
2. Исследовать точностные характеристики угломерного метода, на основе многопозиционной системы космического базирования.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Исследовательское задание) для оценки сформированности компетенции ПК-20-Д

1. Исследовать точность оценки взаимных временных задержек пары принятых сигналов корреляционным методом в зависимости от параметров сигналов.
2. Исследовать точность оценки взаимных смещений спектров пары принятых сигналов методом Фурье анализа в зависимости от параметров сигналов.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Исследовательское задание) для оценки сформированности компетенции ПК-3

1. Выполнить моделирование работы многопозиционной системы определения местоположения источника радиоизлучения, функционирующей на основе разностно-дальномерного метода.
2. Выполнить моделирование работы многопозиционной системы определения местоположения источника радиоизлучения, функционирующей на основе разностно-доплеровского метода.

Критерии оценивания (оценочное средство - Исследовательское задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнено исследовательское задание: написана программа, позволяющая проводить исследование обозначенной в задании физической системы, проведено исследование, написан отчет.
не зачтено	Не выполнено исследовательское задание: не написана программа, позволяющая проводить исследование обозначенной в задании физической системы или не проведено исследование или не написан отчет.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой

	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Оценочное средство - Дискуссия

Зачёт

Критерии оценивания (Дискуссия - Зачёт)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Дан правильный ответ на поставленный вопрос. Даны ответы на дополнительные вопросы, возникающие при дискуссии. Есть незначительные замечания к ответам на вопросы.
не зачтено	Дан не правильный ответ на поставленный вопрос. Не даны ответы на дополнительные вопросы, возникающие при дискуссии.

Типовые задания (Дискуссия - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ПК-14 (Способен обосновывать правильность выбранной модели, сопоставляя результаты экспериментальных данных и полученных решений в области применения информационных технологий в физических исследованиях и смежных областях.)

1. Угломерные методы оценки координат источников радиоизлучения. Основные сведения. Условия применения. Точностные характеристики. Вариационный подход.
2. Дальномерные методы оценки координат источников радиоизлучения. Основные сведения. Условия применения. Точностные характеристики. Вариационный подход.
3. Доплеровские методы оценки координат источников радиоизлучения. Основные сведения. Условия применения. Точностные характеристики. Вариационный подход.

Типовые задания (Дискуссия - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ПК-20-Д (Способен применять методы моделирования формирования сигналов и обработки сигналов в каналах систем связи в задачах анализа функционирования систем связи)

1. Основные понятия и определения космического позиционирования и навигации.
2. Оценка навигационных параметров источников радиоизлучения.
3. Связь навигационных параметров с параметрами сигнала.

Типовые задания (Дискуссия - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ПК-3 (Способен разрабатывать программное обеспечение систем цифровой обработки данных в различных областях профессиональной деятельности)

1. Формирование совместных методов оценки координат источников радиоизлучения.
2. Проблема выбора начального приближения для оптимизационной задачи нахождения координат источника радиоизлучения.
3. Аналитическое решение систем. Линеаризационный подход.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Сетевые спутниковые радионавигационные системы / под ред. П. П. Дмитриева, В. С. Шебшаевича. - М. : Радио и связь, 1982. - 272 с. : ил. - 1.20., 1 экз.
2. Радиотехнические системы : [учеб. для вузов по специальности "Радиотехника"] / под ред. Ю. М. Казаринова. - М. : Высшая школа, 1990. - 495, [1] с. : ил. - ISBN 5-06-000687-5 : 1.20., 3 экз.
3. Колчинский Владимир Ефимович. Автономные доплеровские устройства и системы навигации летательных аппаратов / под ред. В. Е. Колчинского. - М. : Советское радио, 1975. - 430 с. : ил. - 1.99., 1 экз.
4. Сосулин Юрий Георгиевич. Теоретические основы радиолокации и радионавигации : [учеб. пособие для радиотехн. специальностей вузов]. - М. : Радио и связь, 1992. - 303, [1] с. : ил. - 16.00., 2 экз.
5. Черняк В. С. Многопозиционная радиолокация. - М. : Радио и связь, 1993. - 415, [1] с. : ил. - 22.00., 1 экз.
6. Сетевые спутниковые радионавигационные системы / под ред. П. П. Дмитриева, В. С. Шебшаевича. - М. : Радио и связь, 1982. - 272 с. : ил. - 1.20., 1 экз.
7. Радиотехнические системы : [учеб. для вузов по специальности "Радиотехника"] / под ред. Ю. М. Казаринова. - М. : Высшая школа, 1990. - 495, [1] с. : ил. - ISBN 5-06-000687-5 : 1.20., 3 экз.
8. Колчинский Владимир Ефимович. Автономные доплеровские устройства и системы навигации летательных аппаратов / под ред. В. Е. Колчинского. - М. : Советское радио, 1975. - 430 с. : ил. - 1.99., 1 экз.
9. Сосулин Юрий Георгиевич. Теоретические основы радиолокации и радионавигации : [учеб. пособие для радиотехн. специальностей вузов]. - М. : Радио и связь, 1992. - 303, [1] с. : ил. - 16.00., 2 экз.
10. Черняк В. С. Многопозиционная радиолокация. - М. : Радио и связь, 1993. - 415, [1] с. : ил. - 22.00., 1 экз.

Дополнительная литература:

1. Кружков Д. М. Отечественная глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС: особенности создания, развития и использования : учебное пособие / Кружков Д. М., Пасынков В. В., Красильщикова М. Н. - Москва : МАИ, 2022. - 111 с. - Книга из коллекции МАИ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-4316-0884-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=807258&idb=0>.
2. Методы определения навигационных параметров подвижных средств с использованием спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС / Тяпкин В.Н. , Гарин Е.Н. - Москва : СФУ, 2012., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=648411&idb=0>.
3. Кружков Д. М. Отечественная глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС: особенности создания, развития и использования : учебное пособие / Кружков Д. М., Пасынков В. В., Красильщикова М. Н. - Москва : МАИ, 2022. - 111 с. - Книга из коллекции МАИ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-4316-0884-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=807258&idb=0>.
4. Методы определения навигационных параметров подвижных средств с использованием спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС / Тяпкин В.Н. , Гарин Е.Н. - Москва : СФУ, 2012., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=648411&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Не используется

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами и специализированным оборудованием, в том числе, –высокотехнологичным оборудованием: станция приема и управления спутниками "Завиток-М"; радиочастотное оборудование, включая усилители, генераторы сигналов, источники тока, средства измерения, включая детекторы, осциллографы, мультиметры, анализаторы спектра; –вычислительными ресурсами: современными компьютерами и 3 мобильными рабочими местами на базе современных ПК; –специализированным прикладным программным обеспечением: программное обеспечение ТМПО-Pro ViLab обработки данных, используется для обработки данных измерений, параметров антенн, генерации и анализа графиков; –офисным и мультимедийным оборудованием, включая оборудование для представления презентаций и организации видеоконференцсвязи, специализированная мебель. Перечисленное оборудование входит в состав Учебно-лабораторного интерактивного комплекса систем космической связи для проведения занятий для студентов при обучении созданию автоматизированных измерительных систем на основе интерактивного управления программируемыми средствами измерения, систем обработки сигналов, проектированию оборудования космических систем связи, измерению параметров радиотехнических систем, а также для проведения практических занятий, предусмотренных программой.

Специальное образовательное пространство (СОП) Учебно-лабораторный интерактивный комплекс систем космической связи (уч. корп.3, ауд. 511, 516) создано научно-образовательным отделением космической связи ПИШ ННГУ и утверждено приказом ННГУ №06.49-04-0669/23 от 29.12.2023 г. для реализации образовательных программ (ОП) ПИШ ННГУ, в том числе, для ОП «Информационные технологии в системах космической связи» направления подготовки

09.03.02 «Информационные системы и технологии», разработанной с целью исполнения Программы развития ПИШ ННГУ в рамках федерального проекта Минобрнауки России "Передовые инженерные школы" государственной программы Российской Федерации "Научно-технологическое развитие Российской Федерации" (<https://analytics.engineers2030.ru/schools/unn>).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 09.03.02 - Информационные системы и технологии.

Автор(ы): Гринь Илья Владимирович.

Заведующий кафедрой: Морозов Олег Александрович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 20.05.2023, протокол № 6/н.