

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.04 Физические основы космической навигации

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

03.04.02 Физика

Направленность (профиль)

03.04.02.04 Физика Земли и планет

Форма обучения

очная

Год набора

2022

Красноярск 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

к.т.н., доцент, Рублева Татьяна Васильевна

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Физические основы космической навигации» является: формирование теоретических и специализированных знаний, используемых для описания движения космических аппаратов; выработка умений анализа физических условий околоземного космического пространства, в которых происходит движение спутников.

1.2 Задачи изучения дисциплины

1. Сформировать теоретические и специализированные знания, используемые для описания движения космических аппаратов.
2. Провести анализ воздействующих на спутник физических факторов, которые приводят к изменению его орбитального движения.
3. Ознакомиться с современными методами и средствами космической навигации, реализуемыми при исследовании Земли и планет.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ПК-1: Способен выполнять задачи по созданию тематических, информационных продуктов и современных методик при исследовании Земли из космоса	
ПК-1.2: Выполняет комплекс операций по созданию тематических и информационных продуктов, использующих экспериментальные данные	Теоретические основы движения космических аппаратов Структуру околоземного и межпланетного космического пространства Орбитальные параметры космических аппаратов Использовать основные методы астрономических исследований и космической навигации для решения научных и прикладных задач Использовать вычислительные методы и моделирования в данной предметной области Использовать экспериментальные данные о параметрах спутников Сведениями о физических условиях околоземного космического пространства, где происходит движение космических аппаратов Навыками и умениями использования современных методик по расчету орбитальных параметров Способностью выполнения задач по созданию тематических, информационных продуктов
ПК-2: Способен владеть методами обработки, анализа, визуализации и интерпретации спутниковой информации при решении научных и прикладных	

задач	
ПК-2.1: Обосновывает перспективы проведения исследований, в том числе комплексных, в области наук о Земле	<p>Космические системы, используемые при решении задач ДЗЗ</p> <p>Основные параметры и законы, характеризующие орбитальное движение</p> <p>Современные методы, используемые при анализе движения космических аппаратов</p> <p>Ориентироваться в практически значимых новых направлениях развития средств космической навигации</p> <p>Обобщать и интерпретировать результаты тематических исследований по данным ДЗЗ</p> <p>Применять методы математического моделирования, анализа случайных процессов и цифровой визуализации к спутниковым данным</p> <p>Навыками работы со спутниковой информацией из различных источников: отечественной и зарубежной научной литературы, электронных ресурсов Интернет</p> <p>Методиками выполнения экспериментальных расчетов</p> <p>Навыками и умениями интерпретации спутниковой информации при решении научных и прикладных задач</p>

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
Контактная работа с преподавателем:	1,11 (40)	
занятия лекционного типа	0,67 (24)	
практические занятия	0,44 (16)	
Самостоятельная работа обучающихся:	1,89 (68)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Да	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1. Основы небесной механики									
	1. Астрономические ориентиры – навигационные созвездия и звезды. Объекты Солнечной системы. Межпланетное и околоземное космическое пространство. Характеристика космофизических факторов, воздействующих на Землю.	4							
	2. Референц-эллипсоид. Сжатие эллипсоида. Параметры нормальной Земли. Поле силы тяжести. Гравитационный потенциал. Модель гравитационного поля Земли EGM96.	4							
	3. Инерциальная, гринвичская, орбитальная, топоцентрическая, географическая и динамическая системы.	2							

4. Элементы орбиты КА.. Определение параметров невозмущенной орбиты через элементы орбиты. Типы невозмущенного движения. Возмущающие факторы движения.	2							
5. Координатные системы WGS84, ПЗ 90. Алгоритмы преобразования координат. Международные системы небесных (ICRS) и земных (ITRS) координат.			2					
6. Системы счета времени			2					
7. Уравнение Кеплера. Интеграл энергии. Интеграл площадей. Интеграл Лапласа.			2					
8. Возмущения, связанные с нецентральностью поля тяготения Земли. Влияние сопротивления воздуха. Возмущения, вызванные притяжением Солнца и Луны. Возмущающее влияние планет. Давление солнечного света как возмущающий фактор движения КА.			2					
2. Введение в теорию спутниковой навигации								
1. Силы и моменты, действующие на космический аппарат. Основные параметры и законы, характеризующие возмущенное движение. Метод оскулирующих элементов. Уравнения движения.	4							
2. Классификация орбит спутников. Траектория движения. Метод определения орбиты по измерениям наклонной дальности и скорости изменения дальности. Методы определения вектора состояния космического аппарата по измерениям текущих навигационных параметров.	4							
3. Движение космических аппаратов. Эволюция орбит под действием внешних тел. Классификация способов коррекции орбит.	2							

4. Методы, используемые при прогнозировании движения космических аппаратов. Прогноз орбитального движения КА.	2							
5. Оценка оскулирующих элементов.			2					
6. Метод определения орбиты по измерениям наклонной дальности и скорости изменения дальности.			2					
7. Методы определения вектора состояния космического аппарата по измерениям текущих навигационных параметров			2					
8. Изменение орбит и способы их коррекции			2					
9. Самостоятельное изучение							44	
10. курсовое проектирование							24	
Всего	24		16				68	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Одуан К., Гино Б., Домнин Ю. С., Татаренков В.М. Измерение времени. Основы GPS(Москва: Техносфера).
2. Егорычева З. В. Инженерная геодезия: учеб. пособие(Красноярск: ИПК СФУ).
3. Бакулин П. И., Кононович Э. В., Мороз В. И. Курс общей астрономии: учебник для вузов по специальности "Астрономия"(Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.).
4. Иванов К.М., Лысенко Л.Н. Баллистика и навигация космических аппаратов(Москва: Дрофа).
5. Дубошин Г. Н. Небесная механика. Аналитические и качественные методы: учебное пособие для университетов(Москва: Наука. Главная редакция физико-математической литературы [Физматлит]).
6. Маркеев А. П. Теоретическая механика: учебное пособие для механико-математических специальностей университетов(Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.).
7. Кантор Л.Я., Тимофеев В.В. Спутниковая связь и проблема геостационарной орбиты(Москва: Радио и связь).
8. Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации: материал технической информации(Москва: ЭКО-ТРЕНДЗ).
9. Карлащук В. И., Карлащук С. В. Спутниковая навигация. Методы и средства(Москва: СОЛОН-Пресс).
10. Корецкая Г. А. Спутниковые навигационные системы в маркшейдерии: учебное пособие для вузов(Кемерово: КузГТУ).
11. Границкий Л. В., Кашкина Л. В., Кашкин В. Б., Никифорова Г. Г., Рублева Т. В., Симонов К. В., Сухинин А.И. Астрономия и навигация: методические указания по самостоятельной работе(Красноярск: ИПК СФУ).
12. Борисевич А.Н., Границкий Л.В., Кашкина Л.В., Рублева Т.В. Астрономия и навигация: конспект лекций(Красноярск: ИПК СФУ).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Microsoft Windows,
2. Microsoft Office (Word, Excel, Power point),
3. Acrobat,
4. FineReader

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Астронет. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.astronet.ru/>
2. Архив журнала Science. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: : URL: <http://www.sciencemag.org/content/by/year#classic>
3. Архив журнала Scopus. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: : URL: <http://www.scopus.com/>
4. Архив журнала Web of Science. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do?product=UA&search_mode=Gener
5. Библиотека РАН по естественным наукам. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.benran.ru>
6. Доступ к библиотечному фонду СФУ, раздел «Библиотека» – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://bik.sfu-kras.ru/>.
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru>.
8. Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства NASA. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.nasa.gov/>
9. Информационно-аналитический центр координатно-временного и навигационного обеспечения ФГУП ЦНИИмаш. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.glonass-iac.ru/>
10. Электронная естественно-научная библиотека. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://bib.tiera.ru>.
11. Google Академия. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://scholar.google.ru>

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Microsoft Windows,
Microsoft Office (Word, Excel, Power point),
Acrobat,
FineReader