

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Ю.Н. Рыжих

Рабочая программа дисциплины

**Динамика искусственных спутников Земли**

по направлению подготовки

**24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика**

Направленность (профиль) подготовки:

**Баллистика и гидроаэродинамика**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Инженер, инженер-разработчик**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Е.И. Борзенко

К.С. Рогаев

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2024

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных и инженерных дисциплин, применять методы математического моделирования, теоретических и экспериментальных исследований.

ОПК-2 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии.

ПК-1 Способен проводить сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний.

ПК-2 Способен проводить наблюдения и измерения, составлять их описания и формулировать выводы.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-1.1 Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы.

РООПК-1.2 Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.

РООПК-2.1 Знает методику выявления естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и методику привлечения физико-математического аппарата и современные компьютерных технологий для их решения.

РООПК-2.2 Умеет выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии.

РОПК-1.1 Знает методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации.

РОПК-1.2 Умеет применять методы анализа научно технической информации.

РОПК-2.1 Знает цели и задачи проводимых исследований и разработок.

РОПК-2.2 Умеет применять методы проведения экспериментов.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Освоение основ решения задач о движении естественных и искусственных небесных тел под действием реальных сил;

– Приобретение основ фундаментальных знаний и представлений о системах времени в астрономии, характеристиках параболического и гиперболического движения, основных возмущениях, действующих на космические объекты.

– Умение ставить теоретическую задачу, анализировать и выявлять параметры, необходимые для ее решения; применение полученных знаний для решения практических задач, связанных с профилем будущей специальности.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Седьмой семестр, зачет

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Б1.О.06 «Физика», Б1.О.11 «Теоретическая механика», Б1.О.05 «Информатика», Б1.О.20 «Теория вероятностей и математическая статистика», Б1.О.12 «Математическая физика».

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 10 ч.

-практические занятия: 20 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

**Тема 1.** Геоцентрическая и гелиоцентрическая системы единиц. Первая и вторая геоцентрические экваториальные системы единиц. Дифференциальные уравнения невозмущенного кеплеровского движения.

**Тема 2.** Системы времени в астродинамике.

Силовая функция материальной точки и тела.

Интеграл площадей уравнений невозмущенного кеплеровского движения.

**Тема 3.** Интегралы энергии и Лапласа уравнений невозмущенного кеплеровского движения. Кеплеровские элементы орбиты. Основные характеристики кругового движения. Основные характеристики эллиптического движения.

**Тема 4.** Основные характеристики параболического движения. Основные характеристики гиперболического движения. Основные возмущения, действующие на космический объект, в сфере действия Земли.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения домашних заданий по лекционному материалу, проведения самостоятельных работ в форме реферата, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Зачет в седьмом семестре проводится в письменной форме. Продолжительность зачета 1 час.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «iDO» - <https://lms.tsu.ru/enrol/index.php?id=37565> .

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (<https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>).

в) План практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Бордовицына Т.В., Авдюшев В.А. Теория движения искусственных спутников Земли. Учеб. пособие. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2007. -175с.  
[Электронный ресурс] URL <http://www.astro.tsu.ru/ISZ/ISZ.pdf> (дата обращения: 06.04.2015).
2. Зеленцов В. В. Основы баллистического проектирования искусственных спутников Земли: [учебное пособие] / В. В. Зеленцов, В. П. Казаков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. – 174 с.
3. Лысенко Л. Н. Теоретические основы баллистико-навигационного обеспечения космических полетов / Л. Н. Лысенко, В. В. Бетанов, Ф. В. Звягин; под общ. ред. Л. Н. Лысенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 518 с.
4. Селезнев В. П. Основы космической навигации / В. П. Селезнев; [ред. Н. В. Селезнева]. – Изд. 3-е. – М.: ЛИБРОКОМ, 2013. – 479 с.
5. Дубошин Г.Н. Небесная механика. М. Наука, 1978.
6. Лукьянов Л.Г., Ширмин Г.И. Лекции по небесной механике: Учеб. пособ. для вузов. - Алматы, Издат. , 2009. 227 с.
7. Шалыгин, А.С. Баллистика космических аппаратов: учебное пособие. /А.С. Шалыгин, В.А. Санников, И.Л. Петрова; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2006. -129с.
8. Емельянов Н. В. Практическая небесная механика. – М.: Физический факультет МГУ, 2018. 270 с
9. Крылов В.И. Основы теории движения ИСЗ (часть первая: невозмущённое движение): учебное пособие . – М.: МИИГАиК, 2015. – 52 с.
10. Крылов В.И. Основы теории движения ИСЗ (часть вторая: возмущенное движение): учебное пособие – М.: МИИГАиК, 2016. – 67 с.

б) дополнительная литература:

1. Эрике К. Космический полет. Т.1. -М.: Физматгиз,1963.
2. Субботин М.Ф. Введение в теоретическую астрономию. -М.: Наука,1968.
3. Эскобал П. Методы астродинамики. -М.: Мир,1970.
4. Основы спутниковой геодезии/Под ред. Л.А. Изотова. -М.: Недра,1974.
5. Бранец В.Н., Севастьянов Н.Н., Федулов Р.В. Лекции по теории систем ориентации, управления движением и навигации//Учебное пособие. – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2013. – 310с.
6. Орлов А. Г. Бортовой ретрансляционный комплекс (БРК) спутника связи . Принципы работы, построение, параметры / Орлов А. Г., Севастьянов Н. Н. ; науч. ред . В. Н. Бранец. - Томск : Издательский Дом Том. гос. ун-та, 2014. 205 с. URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000491129>.
7. Черноусько Ф. Л. Эволюция движений твердого тела относительно центра масс/ Ф. Л. Черноусько, Л. Д. Акуленка, Д. Д. Лещенко. - Ижевск [и др. ] : Институт компьютерных исследований, 2015. – 308 с.
8. Глобальные спутниковые системы синхронизации и управления движением в околоземном пространстве: учебное пособие /А . А. Поваляев, А . В. Вейцель, Р. Б. Мазепа; под ред. А . А. Поваляева. - М.: Вузовская книга, 2012. - 187 с .
9. Демин В. Г. Движение искусственного спутника в нецентральной поле тяготения/  
В. Г. Демин. - М. [и др. : Ин-т компьютерных исслед.], 2010. - 419 с.
10. Эльясберг П. Е . Введение в теорию полета искусственных спутников Земли / П. Е. Эльясберг. - Изд. 2-е - М.: ЛИБРОКОМ, 2011. - 540 с.

11. Румянцев В. В. Об устойчивости стационарных движений спутников / В. В. Румянцев. - 2-е изд. - М. [ и др. ] : Институт компьютерных исследований [ и др. ], 2010. - 155 с.

в) ресурсы сети Интернет:

– Общероссийская Сеть Консультант Плюс Справочная правовая система.

<http://www.consultant.ru>

– Онлайн-служба эфемерид ИПА РАН: <https://iaaras.ru/dept/ephemeris/online/>

– Онлайн-служба эфемерид НАСА: <https://ssd.jpl.nasa.gov/horizons/app.html#/>

### **13. Перечень информационных технологий**

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий практического типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

### **15. Информация о разработчиках**

Савкина Надежда Валерьевна, кандидат физико-математических наук, доцент, кафедры Динамики полета физико-технического факультета НИ ТГУ.

Дьячковский Алексей Сергеевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры Динамики полета физико-технического факультета НИ ТГУ.