

СИЛЛАБУС
Осенний семестр 2021-2022 уч. год
по образовательной программе « Физика и астрономия»

Код дисциплины	Название дисциплины	Самостоятельная работа студента (СРС)	Кол-во часов			Кол-во кредитов	Самостоятельная работа студента под руководством преподавателя (СРСП)
			Лекции (Л)	Практ. занятия (ПЗ)	Лаб. занятия (ЛЗ)		
NM3220	Небесная механика	10	15	30		3	
Академическая информация о курсе							
Вид обучения	Тип/характер курса	Типы лекций	Типы практических занятий	Кол-во СРС	Форма итогового контроля		
Онлайн	Теоретический	аналитический	Решение задач, вопросы, тесты	10	Письменный экзамен		
Лектор	Беков Аскар Абдул-Халыкович						
e-mail	bekov@mail.ru						
Телефоны	8 (7057) 1911162						

Академическая презентация курса

Цель дисциплины	Ожидаемые результаты обучения (РО) В результате изучения дисциплины обучающийся будет способен:	Индикаторы достижения РО (ИД) (на каждый РО не менее 2х индикаторов) В результате изучения дисциплины обучающийся будет уметь:
Дать знания важнейших результатов исследований и теоретических разработок по проблемам небесной механики, техники наземных и космических наблюдений, методологическим проблемам в этой области, перспективам исследования обработки наблюдений. Дать представление о современной научной картине мира, дать навыки, умения и знания, необходимые в дальнейшей профессиональной деятельности	РО 1. Продемонстрировать знания основных понятий и результатов исследования в области небесной механики, техники наземных и космических наблюдений.	ИД 1.1. Понимать основы небесной механики, техники наземных и космических наблюдений. ИД 1.2. Знать и понимать классификацию обработки наблюдений. ИД 1.3. Понимать и объяснять методы обработки наблюдательных данных.
	РО 2. Выявлять основные задачи в небесной механике, современной обработке наблюдательных данных.	ИД 2.1. Оценивать актуальность результатов исследований в небесной механике, проводить анализ публикаций авторов исследований, их место в ряду основных задач динамики гравитирующих систем. ИД 2.2. Выявлять и выделять конкретные проблемы, решавшиеся при обработке наблюдательных данных.
	РО 3. Применять основные методы в исследованиях обработки наблюдательных данных.	ИД 3.1. Применять интегралы движения проблемы многих тел, теорему вириала, качественные методы анализа динамических систем. ИД 3.2. Применять знания основных физических условий при обработке наблюдательных данных в исследовательских задачах.
	РО 4. Проводить анализ данных обработки наблюдений в целях их интерпретации..	ИД4.1. Применять основные формулы небесной механики, астродинамики для расчетов при проведении анализа и интерпретации данных. ИД 4.2. Применять методы

		качественного анализа и определения расстояний при интерпретации данных обработки наблюдений.
	РО 5. Оценивать, сопоставлять и обобщать параметры, физические характеристики, данные наблюдений объектов и явлений и использовать эти компетенции для анализа данных и разработки оптимального и эффективного алгоритма решения поставленной задачи.	ИД 5.1. Понимать и уметь объяснять аудитории причинно-следственные связи между рядом параметров небесных объектов и явлений. ИД 5.2. Вычислять неизвестные параметры объектов и явлений динамической системы по формулам их взаимосвязи с другими параметрами.
	РО 6. Находить, оценивать и обобщать информацию из различных источников по поставленной теме, проводить анализ результатов и примененных методов, резюмировать и проводить обсуждения в аудитории.	ИД 6.1.. Отличать научную информацию от научно-популярной. ИД 6.2. Реферировать и проводить анализ научных публикаций, в том числе на иностранных языках. ИД 6.3. Составлять по материалам научных публикаций собственное резюме и излагать аудитории суть исследования и его результатов.
Пререквизиты	Общие курсы астрономии, астрофизики, небесной механики, астрометрии, физики и математики.	
Постреквизиты	Успешное применение при продолжении обучения в магистратуре и докторантуре и в дальнейшей профессиональной деятельности.	
Литература и ресурсы	<p><u>Основная:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Лукьянов Л.Г., Ширмин Г.И. Лекции по небесной механике: Учебное пособие для вузов.- Алматы: Эверо. 2009. – 277 с. 2. Дубошин Г.Н. Небесная механика. Основные задачи и методы. М.:Наука. 1975.- 800с. 3. Дубошин Г.Н. Небесная механика. Аналитические и качественные методы. М.:Наука. 1964.- 560 с. 4. Субботин М.Ф. Курс небесной механики. М.: Наука, 1933.- 300с. 5. Маркеев А.П. Теоретическая механика.: Наука, 1990. - 312с. 6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. М., изд-во Наука, 1973, 208 с. 7. Беков А.А. Динамика двойных нестационарных гравитирующих систем. Алматы: Гылым, 2013.-170с. <p><u>Дополнительная:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Охоцимский Д.Е. Основы механики космического полета. М.: Наука. 1990. 456с. 2. Зигель К.Л. Лекции по небесной механике.М.: Наука. 1959. – 240с. 3. Справочное руководство по небесной механике и астродинамике.М.: Наука. 1971.- 540с. 4. Белецкий В.В. Очерки о движении космических тел. М., изд-во Наука, 1979, 430 с. 5. Рябов Ю.А. Движения небесных тел.: Наука, 1977. – 244с. <p><i>Имеются электронные версии всех вышеуказанных книг</i></p>	

Академическая политика курса в контексте университетских морально-этических ценностей	<p>Правила академического поведения: Всем обучающимся необходимо зарегистрироваться на MOOK. Сроки прохождения модулей онлайн курса должны неукоснительно соблюдаться в соответствии с графиком изучения дисциплины. ВНИМАНИЕ! Несоблюдение дедлайнов приводит к потере баллов! Дедлайн каждого задания указан в календаре (графике) реализации содержания учебного курса, а также в MOOK. Академические ценности: - Практические/лабораторные занятия, СРС должна носить самостоятельный, творческий характер. - Недопустимы плагиат, подлог, использование шпаргалок, списывание на всех этапах контроля. - Студенты с ограниченными возможностями могут получать консультационную помощь по e-адресу *****@gmail.com.</p>
Политика оценивания и аттестации	<p>Критериальное оценивание: оценивание результатов обучения в соотнесенности с дескрипторами (проверка сформированности компетенций на рубежном контроле и экзаменах). Суммативное оценивание: оценивание активности работы в аудитории (на вебинаре); оценивание выполненного задания.</p>

Календарь (график) реализации содержания учебного курса

Неделя	Название темы	РО	ИД	Кол-во часов	Максимальный балл	Форма оценки знаний	Форма проведения занятия /платформа
1	Л 1. Уравнения движения. Интегралы относительного движения	РО 1 РО 2	ИД 1.1. ИД 2.2.	1		ВС 1	Видеолекция в MS Teams
1	ПЗ 1. Интегралы площадей. Интеграл энергии. Интегралы Лапласа.	РО 3 РО 4	ИД 3.2. ИД 4.1. ИД 4.2.	2	12	ТЗ 1	Вебинар в MS Teams
	СРС-1 Уравнения относительного движения. Уравнения барицентрического движения. Общий интеграл относительного движения.						
Суббота 23.00 – ДЕДЛАЙН сдачи ВС 1, ТЗ 1							
2	Л 2. Траектория движения. Общее решение.	РО 1 РО 2	ИД 1.1 ИД 2.2	1		ВС 2	Видеолекция в MS Teams
2	ПЗ 2. Кеплеровские элементы орбиты. Общее решение в орбитальных координатах. Уравнение Бине	РО 3 РО 4	ИД 3.2. ИД 4.1. ИД 4.2.	2	12	ТЗ 2	Вебинар в MS Teams
	СРС-2 Орбитальная система координат. Общее решение уравнений относительного движения.						
Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 2, ТЗ 2							
3	Л 3. Общее решение уравнений абсолютного движения. Типы невозмущенного движения.	РО 1 РО 2	ИД 1.1. ИД 2.2.	1		ВС 3	Видеолекция в MS Teams
3	ПЗ 3. Первые интегралы уравнений абсолютного движения. Определение типа орбиты.	РО 3 РО 4	ИД 3.2. ИД 4.1. ИД 4.2.	2	12	ТЗ 3	Вебинар в MS Teams
	СРС-3 Общее решение уравнений абсолютного движения. Типы невозмущенного движения.		ИД 2.1 ИД 2.2 ИД 6.1 ИД 6.2				
Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 3, ТЗ 3, ИЗ 1							
4	Л 4. Вычисление эфемерид. Ряды эллиптического движения.	РО 1 РО 2	ИД 1.1. ИД 2.2.	1		ВС 4	Видеолекция в MS Teams
	ПЗ 4. Тригонометрические ряды. Ряды по степеням эксцентриситета. Ряды по степеням средней аномалии.	РО 3 РО 4	ИД 3.2. ИД 4.1. ИД 4.2.	2	12	ТЗ 4	Вебинар в MS Teams
	СРС-4 Ряды эллиптического движения. Регуляризация.						
Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 4, ТЗ 4							
5	Л 5. Неравенство Зундмана. Задача двух тел с переменными массами.	РО 1 РО 4.2	ИД 1.1. ИД 2.2.	1		ВС 5	Видеолекция в MS Teams
5	ПЗ 5. Неравенство Зундмана. Уравнение Мещерского. Различные формулировки задачи двух тел с переменными массами.	РО 3 РО 4	ИД 3.2. ИД 4.1. ИД 4.2.	2	12	ТЗ 5	Вебинар в MS Teams
	СРС-5 Задача двух тел с переменными массами.		ИД 6.3				
Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 5, ТЗ 5, ИЗ 2							
5	РК 1				100		

6	Л 6. Уравнения абсолютного движения задачи многих тел. Десять классических интегралов.	PO 1 PO 2	ИД 1.1. ИД 2.2.	1		BC 6	Видеолекция в MS Teams
6	ПЗ 6. Интегралы движения центра масс. Интегралы площадей. Интеграл энергии.	PO 3 PO 4	ИД 3.2. ИД 4.1. ИД 4.2.	2	12	ТЗ 6	Вебинар в MS Teams
	СРС-6 Десять классических интегралов.						
Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи BC 6, ТЗ 6							
7	Л 7. Уравнения барицентрического движения. Уравнение Лагранжа-Якоби.	PO 1 PO 2	ИД 1.1. ИД 2.2.	1		BC 7	Видеолекция в MS Teams
7	ПЗ 7. Интегралы барицентрического движения. Уравнение Лагранжа-Якоби.	PO 3 PO 4	ИД 3.2. ИД 4.1. ИД 4.2.	2	12	ТЗ 7	Вебинар в MS Teams
Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи BC 7, ТЗ 7							
8	Л 8. Теорема о вириале. Неравенство Зундмана. Уравнения относительного движения. Уравнения движения в координатах Якоби	PO 1 PO 2	ИД 1.1. ИД 2.2.	1		BC 8	Видеолекция в MS Teams
8	ПЗ 8. Теорема о вириале. Неравенство Зундмана. Интегралы относительного движения.	PO 3 PO 4	ИД 3.2. ИД 4.1. ИД 4.2.	2	12	ТЗ 8	Вебинар в MS Teams
	СРС-7 Уравнения относительного движения. Уравнения движения в координатах Якоби.		ИД 2.1 ИД 2.2 ИД 6.1 ИД 6.2				
Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи BC 8, ТЗ 8, ИЗ 3							
9	Л 9. Уравнения движения в оскулирующих элементах.	PO 1 PO 2	ИД 1.1. ИД 2.2.	1		BC 9	Видеолекция в MS Teams
9	ПЗ 9. Оскулирующие элементы. Основная операция. Уравнения Ньютона-Эйлера. Элементы Якоби. Уравнения Лагранжа.	PO 3 PO 4	ИД 3.2. ИД 4.1. ИД 4.2.	2	12	ТЗ 9	Вебинар в MS Teams
Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи BC 9, ТЗ 9							
10	Л 10. Приближенное решение уравнений движения. Теоремы Лапласа.	PO 1 PO 2	ИД 1.1. ИД 2.2.	1		BC 10	Видеолекция в MS Teams
10	ПЗ 10. Аналитическая структура решений. Теорема Лапласа о возмущениях больших полуосей. Теорема Лапласа об устойчивости Солнечной системы.	PO 3 PO 4	ИД 3.2. ИД 4.1. ИД 4.2.	2	12	ТЗ 10	Вебинар в MS Teams
	СРС-8 Уравнения движения в оскулирующих элементах.		ИД 6.3				
Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи BC 10, ТЗ 10, ИЗ 4							
10	MT (Midterm Exam)				100		
11	Л 11. Ограниченная круговая задача трех тел.	PO 1 PO 2	ИД 1.1. ИД 2.2.	1		BC 11	Видеолекция в MS Teams
11	ПЗ 11. Интеграл Якоби. Точки либрации. Поверхности Хилла.	PO 3 PO 4	ИД 3.2. ИД 4.1. ИД 4.2.	2	12	ТЗ 11	Вебинар в MS Teams
Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи BC 11, ТЗ 11							
12	Л 12. Ограниченная эллиптическая задача трех тел.	PO 1 PO 2	ИД 1.1. ИД 2.2. ИД 3.1. ИД 3.2.	1		BC 12	Видеолекция в MS Teams
12	ПЗ 12. Уравнения движения. Точки либрации.	PO 3	ИД 3.2.	2	12	ТЗ 12	Вебинар

		РО 4	ИД 4.1. ИД 4.2.				в MS Teams
	СРС-9 Ограниченная круговая задача трех тел.		ИД 2.1 ИД 2.2 ИД 6.1 ИД 6.2				
Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 12, ТЗ 12, ИЗ 5							
13	Л 13. Поверхности минимальной энергии. Некоторые астрономические приложения поверхностей минимальной энергии.	РО 1 РО 2	ИД 1.1. ИД 2.2.	1		ВС 13	Видеолекция в MS Teams
13	ПЗ 13. Построение поверхностей минимальной энергии.	РО 3 РО 4	ИД 3.2. ИД 4.1. ИД 4.2.	2	12	ТЗ 13	Вебинар в MS Teams
Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 13, ТЗ 13							
14	Л 14. Общая задача трех тел.	РО 1 РО 2	ИД 1.2 ИД 2.2	1		ВС 14	Видеолекция в MS Teams
14	ПЗ 14. Строгие частные решения. Поверхности Зундмана.	РО 3 РО 4	ИД 3.2. ИД 4.1. ИД 4.2.	2	12	ТЗ 14	Вебинар в MS Teams
	СРС-10 Общая задача трех тел.		ИД 6.3				
Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 14, ТЗ 14							
15	Л 15. Введение в астродинамику.	РО 1 РО 2 РО 4	ИД 1.1. ИД 2.2. ИД 4.3.	1		ВС 15	Видеолекция в MS Teams
	ПЗ 15. Маневры космических аппаратов. Нецентральность поля тяготения. Сопротивление атмосферы.	РО 3 РО 4	ИД 3.2. ИД 4.1. ИД 4.2.	2	12	ТЗ 15	Вебинар в MS Teams
Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 15, ТЗ 15, ИЗ 6							
	РК 2				100		

[С о к р а щ е н и я: ВС – вопросы для самопроверки; ТЗ – типовые задания; ИЗ – индивидуальные задания; КР – контрольная работа; РК – рубежный контроль.

З а м е ч а н и я:

- Форма проведения Л и ПЗ: вебинар в MS Teams/Zoom (презентация видеоматериалов на 10-15 минут, затем его обсуждение/закрепление в виде дискуссии/решения задач/...)
- Форма проведения КР: вебинар (по окончании студенты сдают скрины работ старосте, староста высылает их преподавателю) / тест в СДО Moodle.
- Все материалы курса (Л, ВС, ТЗ, ИЗ и т.п.) см. по ссылке (см. Литература и ресурсы, п. 6).
- После каждого дедлайна открываются задания следующей недели.
- Задания для КР преподаватель выдает в начале вебинара.]

Рассмотрен и рекомендован на заседании кафедры теоретической и ядерной физики
от « __ » ____ 2021 г., протокол № __

Зав. кафедрой _____ М.К. Ибраимов
(подпись)

Одобрена на заседании методического бюро факультета.
« __ » ____ 2021 г., протокол № __

Председатель методбюро факультета _____ А.Т.Габдуллина
(подпись)

Программа утверждена на Ученом совете факультета .
« __ » ____ 2021 г., протокол № __

Председатель ученого совета,
Декан факультета _____ А.Е. Давлетов

Лектор _____ А.А. Беков