

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 30.10.2023 13:50:39  
Уникальный программный ключ:  
b683afe664d7e9f64175886cf9626a196149ad36

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Факультет  
Кафедра

*Естественнонаучный*  
*Общей и теоретической физики*

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

дисциплина ***Б1.В.ДВ.01.02 Асимптотические методы в математической физике***

часть, формируемая участниками образовательных отношений

Направление

***03.03.02***

код

***Физика***

наименование направления

Программа

***Медицинская физика***

Форма обучения

***Очная***

Для поступивших на обучение в  
***2023 г.***

Разработчик (составитель)

***к.ф.-м.н., старший преподаватель***

***Курбангулов А. Р.***

ученая степень, должность, ФИО

Стерлитамак 2023

<b>1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Цели и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....</b>	<b>3</b>
<b>4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....</b>	<b>4</b>
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....	4
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам) .....	4
<b>5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....</b>	<b>7</b>
<b>6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) .....</b>	<b>7</b>
6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)	7
6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем .....	8
6.3. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства .....	9
<b>7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....</b>	<b>9</b>

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций**

<b>Формируемая компетенция (с указанием кода)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
ПК-1. Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ПК-1.1. Применяет основные принципы обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследований в соответствующей области знаний	Обучающийся должен: разбирается в основных понятиях и определениях теории асимптотических методов
	ПК-1.2. Понимает, умеет излагать и анализировать научно-техническую информацию, и полученные результаты исследований в соответствующей области знаний	Обучающийся должен: выбирать асимптотический метод для решения конкретной задачи
	ПК-1.3. Решает профессиональные задачи с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	Обучающийся должен: владеть навыками использования асимптотических методов

**2. Цели и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Цели изучения дисциплины:

Дисциплина реализуется в рамках вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Программирование, Прикладная физика, Физика.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зач. ед., 144 акад. ч.

<b>Объем дисциплины</b>	<b>Всего часов</b>
	<b>Очная форма обучения</b>
Общая трудоемкость дисциплины	144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	44
практических (семинарских)	
лабораторных	60
другие формы контактной работы (ФКР)	0,2

Учебных часов на контроль (включая часы подготовки):	
дифференцированный зачет	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	39,8

<b>Формы контроля</b>	<b>Семестры</b>
дифференцированный зачет	7

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

№ п/п	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				СР
		Контактная работа с преподавателем				
		Лек	Пр/Сем	Лаб		
<b>1</b>	<b>Асимптотические методы</b>	<b>44</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>39,8</b>	
1.1	Введение. Возмущение по параметру. Возмущение по координате. Асимптотические ряды и последовательности	3	0	5	3	
1.2	Неравномерно пригодные разложения	3	0	5	3	
1.3	Источники неравномерности	4	0	5	3	
1.4	Метод растянутых координат, метод растянутых параметров. Метод Линдштедта - Пуанкаре	4	0	5	3	
1.5	Уравнение Матъё. Метод Уиттекера. Квазилинейное уравнение Клейна – Гордона	4	0	5	4	
1.6	Метод Лайтхилла. Метод Темпла. Метод перенормировки. Ограничения метода растянутых координат	4	0	4	3	
1.7	Метод сращивания асимптотических разложений	4	0	6	5	
1.8	Вариация произвольных постоянных и метод усреднения	4	0	5	3	
1.9	Метод многих масштабов	4	0	5	3,8	
1.10	Асимптотические решения линейных уравнений.	4	0	5	3	
1.11	Асимптотические решения линейных краевых задач.	3	0	5	3	
1.12	Описание «в среднем точного» асимптотического метода.	3	0	5	3	
	<b>Итого</b>	<b>44</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>39,8</b>	

**4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)**

Курс лабораторных занятий

№	Наименование раздела / темы	Содержание
---	-----------------------------	------------

	<b>дисциплины</b>	
<b>1</b>	<b>Асимптотические методы</b>	
1.1	Введение. Возмущение по параметру. Возмущение по координате. Асимптотические ряды и последовательности	Разложение заданных выражений с сохранением указанного количества членов. Нахождение асимптотических решений алгебраических уравнений
1.2	Неравномерно пригодные разложения	Определение пригодных разложений для заданных уравнений.
1.3	Источники неравномерности	Определение разложения первого порядка в заданных задачах. Обсуждение его равномерности.
1.4	Метод растянутых координат, метод растянутых параметров. Метод Линдштедта - Пуанкаре	Определение разложения первого порядка периодического решения при малых амплитудах для системы уравнений.
1.5	Уравнение Матьё. Метод Уиттекера. Квазилинейное уравнение Клейна – Гордона	Для заданного уравнения рассмотреть решение в виде однородных распространяющихся волн. Определить сдвиг частоты и волнового числа.
1.6	Метод Лайтхилла. Метод Темпла. Метод перенормировки. Ограничения метода растянутых координат	В заданной задаче построить прямое разложение первого порядка. Сделать это разложение равномерно пригодным, применив метод перенормировки.
1.7	Метод сращивания асимптотических разложений	В заданной задаче определить трехчленное внешнее разложение, трехчленное внутреннее разложение, срастить оба эти разложения и построить составное разложение.
1.8	Вариация произвольных постоянных и метод усреднения	Определить равномерно пригодные разложения для заданной задачи. Используя методику Крылова – Боголюбова, определить приближенные решения заданных уравнений
1.9	Метод многих масштабов	Определить равномерные разложения первого и второго порядков для заданных уравнений
1.10	Асимптотические решения линейных уравнений.	Получение асимптотических решений заданных линейных уравнений
1.11	Асимптотические решения линейных краевых задач.	Получение асимптотических решений заданных линейных краевых задач
1.12	Описание «в среднем точного» асимптотического метода.	Постановка задачи о температурном поле в трехслойном анизотропном пласте. Параметризация. Разбиение исходной параметризованной задачи на задачи для коэффициентов асимптотического разложения.

#### Курс лекционных занятий

<b>№</b>	<b>Наименование раздела / темы дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
<b>1</b>	<b>Асимптотические методы</b>	
1.1	Введение. Возмущение по параметру. Возмущение по координате. Асимптотические ряды и последовательности	История развития асимптотических методов. Решение алгебраического уравнения асимптотическим методом. Решение уравнения Ван-дер-Поля асимптотическим методом с использованием возмущения по параметру. Решение уравнения Бесселя нулевого порядка мнимого аргумента асимптотическим методом с

		использованием возмущения по координате. Символы порядка и калибровочные функции. Асимптотические ряды, асимптотические последовательности. Единственность асимптотических разложений. Сравнение сходящегося и асимптотического рядов.
1.2	Неравномерно пригодные разложения	Прямое разложение. Равномерно пригодные разложения. Неравномерно пригодные разложения. Области неравномерности.
1.3	Источники неравномерности	Бесконечные области. Малый параметр при старшей производной. Изменение типа дифференциального уравнения в частных производных. Наличие особенностей. Вековые члены. Оптимальные координаты.
1.4	Метод растянутых координат, метод растянутых параметров. Метод Линдштедта - Пуанкаре	Сведение неравномерно пригодных решений к равномерно пригодным. История создания и идея метода Линдштедта. Растягивающие функции. Растянутые координаты. Сущность метода Линдштедта – Пуанкаре. Иллюстрация использования метода Линдштедта – Пуанкаре.
1.5	Уравнение Матьё. Метод Уиттекера. Квазилинейное уравнение Клейна – Гордона	Переходные кривые для уравнения Матьё. Характеристические показатели для уравнения Матьё. Сущность метода Уиттекера. Иллюстрация применения метода на примере решения квазилинейного уравнение Клейна – Гордона.
1.6	Метод Лайтхилла. Метод Темпла. Метод перенормировки. Ограничения метода растянутых координат	Сущность метода Лайтхилла. Иллюстрация применения метода Лайтхилла на примере дифференциального уравнения первого порядка. Обобщение метода Лайтхилла для задач с гиперболическими дифференциальными уравнениями. Сущность метода Темпла. Иллюстрация применения метода Темпла на примере дифференциального уравнения первого порядка. Сущность метода перенормировки. Решение уравнения Дюффинга методом перенормировки. Случаи неприменимости метода растянутых координат
1.7	Метод сращивания асимптотических разложений	Метод Прандтля. Внешнее и внутреннее решения. Пограничный слой. Область неоднородности. Процедура сращивания. Условие сращивания Ван Дайка. Сущность метода составных разложений. Составные асимптотические разложения уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Сущность и иллюстрация метода Люстерника – Вишика. Сущность и иллюстрация метода Латга. Ограничения метода составных разложений.
1.8	Вариация произвольных постоянных и метод усреднения	Методика вариации произвольных постоянных. Решения уравнения Шредингера, зависящие от времени. Пример нелинейной устойчивости. Методика усреднения Ван-дер-Поля. Методика Крылова – Боголюбова. Обобщенный метод усреднения.

1.9	Метод многих масштабов	Метод многих переменных (процедура разложения производной). Процедура разложения по двум переменным. Обобщенный метод – нелинейные масштабы. Преимущества и ограничения обобщенного метода.
1.10	Асимптотические решения линейных уравнений.	Разложения в окрестности нерегулярной особенности. Разложение функции Бесселя нулевого порядка для больших значений аргумента.
1.11	Асимптотические решения линейных краевых задач.	Задача Лиувилля. Неоднородные задачи с медленно меняющимися коэффициентами.
1.12	Описание «в среднем точного» асимптотического метода.	Основные идеи, преимущества и ограничения «в среднем точного» асимптотического метода. Постановка модельной задачи о поле давления в трехслойном анизотропном пласте. Добавление в задачу параметра асимптотического разложения. Физический смысл параметризации. Разбиение исходной параметризованной задачи на задачи для коэффициентов асимптотического разложения. Решение задачи для нулевого коэффициента асимптотического разложения. Физический смысл нулевого приближения. Условия необходимости ослабления граничных условий в задаче для первого коэффициента асимптотического. Решение задачи для первого коэффициента асимптотического разложения с ослабленными условиями. Решение задачи для погранслойных функций

## 5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

На самостоятельное изучение выносятся вопросы из тем «источники неравномерности», «метод растянутых координат», «метод растянутых параметров», «метод Линдштедта – Пуанкаре», «уравнение Матьё», «метод Уиттекера» «квазилинейное уравнение Клейна – Гордона», «метод Лайтхилла», «метод Темпла», «метод перенормировки», «ограничения метода растянутых координат», «метод сращивания асимптотических разложений», «составные асимптотические разложения», «метод многих масштабов», «асимптотические решения линейных уравнений», «асимптотические решения линейных краевых задач».

В качестве учебно-методических материалов, которые помогают обучающемуся организовать самостоятельное изучение тем (вопросов) дисциплины используются примеры и задачи из изданий, входящих в список литературы.

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

### 6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

#### Основная учебная литература:

1. Макаров, Е.К. Управляемость асимптотических инвариантов нестационарных линейных систем / Е.К. Макаров, С.Н. Попова; ред. И.С. Александрович. - Минск:

- Белорусская наука, 2012. - 408 с. - ISBN 978-985-08-1393-0; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142289>. (06.06.2023)
2. Аргатов, И.И. Введение в асимптотическое моделирование в механике: учебное пособие / И.И. Аргатов. - Санкт-Петербург: Политехника, 2012. - 305 с.: схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 5-7325-0824-4; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=120930>. (06.06.2023)
3. Шалаумов, В.А. Асимптотические методы в анализе [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Шалаумов. — Электрон. дан. — Кемерово: КемГУ, 2012. — 88 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/44410>. (06.06.2023)

#### Дополнительная учебная литература:

1. Михасев, Г.И. Локализованные колебания и волны в тонких оболочках. Асимптотические методы / Г.И. Михасев, П.Е. Товстик. - Москва: Физматлит, 2009. - 291 с. - ISBN 978-5-9221-1183-6; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76564>. (06.06.2023)

#### 6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№ п/п	Наименование документа с указанием реквизитов
1	Договор на доступ к ЭБС ZNANIUM.COM между БашГУ в лице директора СФ БашГУ и ООО «Знаниум» № 3/22-эбс от 05.07.2022
2	Договор на доступ к ЭБС «ЭБС ЮРАЙТ» (полная коллекция) между БашГУ в лице директора СФ БашГУ и ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» № 1/22-эбс от 04.03.2022
3	Договор на доступ к ЭБС «Университетская библиотека онлайн» между БашГУ и «Нексмедиа» № 223-950 от 05.09.2022
4	Договор на доступ к ЭБС «Лань» между БашГУ и издательством «Лань» № 223-948 от 05.09.2022
5	Договор на доступ к ЭБС «Лань» между БашГУ и издательством «Лань» № 223-949 от 05.09.2022
6	Соглашение о сотрудничестве между БашГУ и издательством «Лань» № 5 от 05.09.2022
7	ЭБС «ЭБ БашГУ», бессрочный договор между БашГУ и ООО «Открытые библиотечные системы» № 095 от 01.09.2014 г.
8	Договор на БД диссертаций между БашГУ и РГБ № 223-796 от 27.07.2022
9	Договор о подключении к НЭБ и о предоставлении доступа к объектам НЭБ между БашГУ в лице директора СФ БашГУ с ФГБУ «РГБ» № 101/НЭБ/1438-П от 11.06.2019
10	Договор на доступ к ЭБС «ЭБС ЮРАЙТ» (полная коллекция) между УУНиТ в лице директора СФ УУНиТ и ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» № 1/23-эбс от 03.03.2023

#### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»)

№ п/п	Адрес (URL)	Описание страницы

1	<a href="http://math.phys.msu.ru/Education/Special_courses/Asymptotic_methods_in_nonlinear_problems_of_mathematical_physics/show_page">http://math.phys.msu.ru/Education/Special_courses/Asymptotic_methods_in_nonlinear_problems_of_mathematical_physics/show_page</a>	Лекция "Асимптотические методы в нелинейных задачах математической физики"
---	---	--

### 6.3. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

<b>Наименование программного обеспечения</b>
Office Standart 2007 Russian OpenLicensePack NoLevel Acdmc
Windows 10
Kaspersky Endpoint Security

### 7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Тип учебной аудитории	Оснащенность учебной аудитории
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций	Учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор, экран настенный, учебно-наглядные пособия.
Читальный зал: помещение для самостоятельной работы	Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, компьютеры с доступом к сети «Интернет» и ЭИОС Филиала