

Государственное образовательное учреждение  
«Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»

Физико-технический институт  
Физико-математический факультет  
Кафедра высшей и прикладной математики и информатики

Утверждаю  
Директор физико-технического института  
/Д. Н. КАЛОШИН/  
(подпись) (Ф.И.О)  
«                    »                    2024 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

**Б1.О.24 «Прикладные математические методы**

**в физике и компьютерное моделирование»**

на 2024/2025 учебный год

### **Направление**

01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

### **Профиль**

Системное программирование и компьютерные технологии

### **Квалификация**

Бакалавр

### **Форма обучения**

Очная

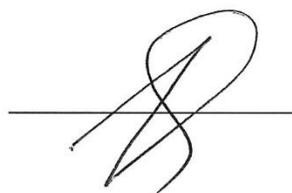
**ГОД НАБОРА 2022**

Тирасполь 2024 г.

Рабочая программа дисциплины *«Прикладные математические методы в физике и компьютерное моделирование»* разработана в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта ВО по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» и основной профессиональной образовательной программы (учебного плана) по профилю подготовки «Системное программирование и компьютерные технологии».

Составитель рабочей программы

доцент, к. ф.-м. н.



Коровай А.В.

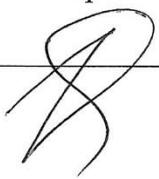
Рабочая программа утверждена на заседании кафедры высшей и прикладной математики и информатики

«30» 08 2024 г. протокол № 1

Зав. кафедрой отвечающий за реализацию дисциплины

«30» 08 2024 г.  Коровай А.В., доцент, к. ф.-м. н.

Зав. выпускающей кафедрой высшей и прикладной математики и информатики

«30» 08 2024 г.  Коровай А.В., доцент, к. ф.-м. н.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины — ознакомить слушателей с важнейшими понятиями математического моделирования и применением основных методов и приемов математического моделирования для исследования явлений различной природы (для исследования механических и физических явлений, для решения биологических, химических, экономических задач), рассмотреть базовые понятия математического моделирования, продемонстрировать основные методы и приемы решения задач, формирование навыков проведения исследований моделей.

Задачи учебной дисциплины — получение обучаемым фундаментальных знаний в области теории устойчивости, изучение вопросов устойчивости решений дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений, ознакомление качественными методами исследования поведения решения линейных систем дифференциальных уравнений, разбиения фазового пространства на траектории и исследование предельного поведения этих траекторий, поиск и классификация положений равновесия, предельных циклов, а также приобретение систематических знаний и практических навыков использования современных программных систем компьютерной математики, овладение основными навыками применения компьютерных средств реализации численных и аналитических методик решения задач математики, обработки визуализации результатов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Прикладные математические методы в физике и компьютерное моделирование» относится к дисциплинам обязательной части Блока 1 (Б1.О24)

Для освоения дисциплины «Прикладные математические методы в физике и компьютерное моделирование» обучающиеся используют знания, умения и навыки, сформированные в ходе изучения дисциплины «Алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Основы информатики», «Пакеты прикладных программ».

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций, приведенных в таблице ниже

Категория (группа) компетенций	Код и наименование	Код и наименование индикатора достижения компетенции
<b>Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения</b>		
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Обладает знаниями в области фундаментальной и прикладной математики и естественно-научных дисциплин. ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Умеет использовать знания в области фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности. ИД-3 <sub>ОПК-1</sub> Владеет навыками применения знаний фундаментальной и прикладной математики для решения практических задач в области естественных наук и инженерной практике.
	ОПК-2. Способен использовать и адаптировать существующие математические	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> Обладает фундаментальными знаниями по существующим математическим методам и системам программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач

	методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> Умеет использовать аппарат существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач в профессиональной деятельности ИД-3 <sub>ОПК-2</sub> Имеет навыки применения аппарата существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов при решении конкретных задач
	ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.	ИД-1 <sub>ОПК-3</sub> Обладает фундаментальными знаниями по математическим моделям для решения прикладных задач. ИД-2 <sub>ОПК-3</sub> Умеет использовать аппарат математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности ИД-3 <sub>ОПК-3</sub> Имеет навыки применения и модификации математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности.
Информационно-коммуникационные технологии для профессиональной деятельности	ОПК-5 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.	ИД-1 <sub>ОПК-5</sub> Знает методы алгоритмизации, языки и технологии программирования, пригодные для практического применения в области информационных технологий.
		ИД-2 <sub>ОПК-5</sub> Умеет применять методы алгоритмизации, языки и технологии программирования для решения задач профессиональной деятельности.
		ИД-3 <sub>ОПК-5</sub> Владеет навыками программирования, отладки и тестирования программных средств.
<b><i>Обязательные профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</i></b>		
	ПК-1 Способен демонстрировать общенаучные базовые знания естественных наук, математики и информатики, понимание основных фактов, концепций, принципов теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.
ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.		
ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.		

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Распределение трудоемкости в з.е./часах по видам аудиторной и самостоятельной работы обучающихся по семестрам

Семестр	Количество часов						Форма контроля
	Трудоемкость, з.е./часы	В том числе					
		Аудиторных				Самостоятельная работа (СР)	
		Всего	Лекций	Лабораторных занятий (ЛЗ)	Практических занятий (ПЗ)		
5	6/216	120	36	84		60	Экзамен/36
<b>Итого:</b>	<b>6/216</b>	<b>120</b>	<b>36</b>	<b>84</b>		<b>60</b>	<b>36</b>

##### 4.2. Распределение видов учебной работы и их трудоемкости во разделах дисциплины

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеауд. работа (СР)
			Л	ПЗ	ЛЗ	
1	Качественная теория дифференциальных уравнений на плоскости.	36	14		10	12
2	Качественный анализ динамических систем на плоскости.	42	10		20	12
3	Теорема площадей для ультракоротких импульсов, распространяющихся в нелинейном направленном ответвителе.	34	12		10	12
4	Компьютерное моделирование поведения динамических систем на плоскости.	32			20	12
5	Компьютерное моделирование распространения импульсов в нелинейном направленном ответвителе.	36			24	12
<b>Итого:</b>		<b>180</b>	<b>36</b>		<b>84</b>	<b>60</b>

### 4.3. Тематический план по видам учебной деятельности

#### Лекции

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем часов	Тема лекции	Учебно-наглядные пособия
<b>Качественная теория дифференциальных уравнений на плоскости.</b>				
1	1	2	Введение. Понятие фазового портрета.	презентация
2		2	Особые точки дифференциальных уравнений.	презентация
3		4	Устойчивость решений дифференциальных уравнений по Ляпунову, основные определения и теоремы.	презентация
4		4	Устойчивость по первому приближению.	презентация
5		2	Зависимость фазового портрета от параметра, Бифуркации.	презентация
<b>Итого по разделу часов:</b>		<b>14</b>		
<b>Качественный анализ динамических систем на плоскости.</b>				
6	2	2	Понятие особых точек на примере гармонических колебаний. Представление гармонических колебаний на фазовой плоскости.	презентация
7		2	Линейный осциллятор (особая точка типа центра). Линейный осциллятор с трением (особые точки типа фокус и узел). Линейный осциллятор с отталкивающей силой (особая точка типа седло).	презентация
8		2	Простейшая консервативная система. Особые точки. Исследование движения на всей фазовой плоскости. Зависимость простейшей автономной системы от параметра.	презентация
9		2	Автономные системы второго порядка. Состояния равновесия. Замкнутые фазовые траектории.	презентация
10		2	Понятие предельного цикла. Исследование движения на всей фазовой плоскости. Сложные особые точки.	презентация
<b>Итого по разделу</b>		<b>10</b>		
<b>Теорема площадей для ультракоротких импульсов, распространяющихся в нелинейном направленном ответвителе.</b>				
9	3	4	Базовые понятия нелинейной оптики.	презентация
10		2	Эффекты нелинейного распространения когерентного лазерного излучения в туннельно-связанных волноводах.	презентация
11		4	Теорема площадей распространяющихся импульсов.	презентация
12		2	Особенности реализации моделей динамических систем на компьютере.	презентация
<b>Итого по разделу</b>		<b>12</b>		
<b>Итого</b>		<b>36</b>		

## Лабораторные работы

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем часов	Тема лабораторных занятий	Учебно-наглядные пособия
<b>Качественная теория дифференциальных уравнений на плоскости.</b>				
1	1	2	Нахождение особых точек дифференциальных уравнений	лаб. практикум
2		4	Второй метод Ляпунова, Функции Ляпунова.	лаб. практикум
3		4	Нахождение устойчивости по первому приближению.	лаб. практикум
Итого по разделу часов		<b>10</b>		
<b>Качественный анализ динамических систем на плоскости.</b>				
4	2	2	Линейный ангармонический осциллятор.	лаб. практикум
5		4	Движение точки по окружности; вращающейся вокруг вертикальной оси.	лаб. практикум
6		2	Движение отрезка проводника с током.	лаб. практикум
7		2	Движение тяжелой точки по параболе.	лаб. практикум
8		2	Модель взаимодействия двух конкурирующих видов.	лаб. практикум
9		2	Модель Вольтерра «хищник-жертва».	лаб. практикум
10		2	Обобщение модели Вольтерра (учет убежищ для жертв).	лаб. практикум
11		2	Обобщение модели Вольтерра (учет внутривидовой конкуренции жертв).	лаб. практикум
12		2	Задача Жуковского о полете планера.	лаб. практикум
Итого по разделу часов		<b>20</b>		
<b>Теорема площадей для ультракоротких импульсов, распространяющихся в нелинейном направленном ответвителе.</b>				
13	3	2	Теорема Мак—Кола и Хана	лаб. практикум
14		2	Состояния равновесия системы, состоящей из идентичных волноводов.	лаб. практикум
15		2	Состояния равновесия системы, состоящей из неидентичных волноводов.	лаб. практикум
16		4	Состояния равновесия при учете разности фаз.	лаб. практикум
Итого по разделу часов:		<b>10</b>		
<b>Компьютерное моделирование поведения динамических систем на плоскости.</b>				
17	4	2	Компьютерное моделирование линейного ангармонического осциллятора.	лаб. практикум
18		4	Компьютерное моделирование движения тонки по окружности, вращающейся вокруг вертикальной оси.	лаб. практикум
19		2	Компьютерное моделирование движения отрезка проводника с током.	лаб. практикум
20		2	Компьютерное моделирование движения тяжелой точки по параболе.	лаб. практикум
21		2	Компьютерное моделирование взаимодействия двух конкурирующих видов.	лаб. практикум

22		2	Компьютерная модель Вольтерра «хищник-жертва» .	лаб. практикум
23		2	Обобщение модели Вольтерра (учет убежищ для жертв).	лаб. практикум
24		2	Обобщение модели Вольтерра (учет внутривидовой конкуренций жертв).	лаб. практикум
25		2	Компьютерное моделирование задачи Жуковского о полете планера.	лаб. практикум
Итого по разделу часов		<b>20</b>		
<b>Компьютерное моделирование распространения импульсов в нелинейном направленном ответвителе.</b>				
26		2	Компьютерное моделирование теоремы Мак—Кола и Хана.	лаб. практикум
27	5	8	Компьютерное моделирование системы, состоящей из идентичных волноводов.	лаб. практикум
28		4	Компьютерное моделирование системы, состоящей из неидентичных волноводов.	лаб. практикум
29		10	Компьютерное моделирование системы, состоящей из идентичных волноводов при учете разности фаз.	лаб. практикум
Итого по разделу часов		<b>24</b>		
<b>Итого:</b>		<b>84</b>		

#### Самостоятельная работа обучающегося

Раздел дисциплины	№ п/п	Тема и вид самостоятельной работы обучающегося	Трудо-емкость (в часах)
Раздел 1	1	Качественная теория дифференциальных уравнений в пространстве. (СИТ)	12
<b>Итого по разделу часов:</b>			<b>12</b>
Раздел 2	1	Динамический хаос. (СИТ)	12
<b>Итого по разделу часов:</b>			<b>12</b>
Раздел 3	1	Распространения лазерного излучения в трех туннельно-связанных световодах. (СИТ)	6
	2	Распространения лазерного излучения в n туннельно-связанных световодах.(СИТ)	6
<b>Итого по разделу часов:</b>			<b>12</b>
Раздел 4	1	Дискретные отображения.(СИТ)	12
<b>Итого по разделу часов:</b>			<b>12</b>
Раздел 5	1	Странные аттракторы (СИТ)	12
<b>Итого по разделу часов:</b>			<b>12</b>
<b>Итого:</b>			<b>60</b>

**Примечание:** СИТ — самостоятельное изучение темы, ИДЛ — изучение дополнительной литературы.

#### 5. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

По данной дисциплине курсовые проекты учебным планом не предусмотрены.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Обеспечение обучающихся учебниками, учебными пособиями

№ п/п	Наименование учебника, учебного пособия	Автор	Год издания	Кол-во экз.	Электронная версия	Место размещения электронной версии
<b>Основная литература</b>						
1	Обыкновенные дифференциальные уравнения. Качественная теория с приложениями	Эрроусмит Д, Плейс К,	1986.	–	+	<a href="https://djvu.online/file/KdGyRdkxY78nI?ysclid=m49ur3fg2o419150203">https://djvu.online/file/KdGyRdkxY78nI?ysclid=m49ur3fg2o419150203</a>
2	Теория устойчивости движения	Малкин, И. Г	1966	–	+	<a href="https://djvu.online/file/GKeVqGJoTtuEm?ysclid=m49utx4td781690550">https://djvu.online/file/GKeVqGJoTtuEm?ysclid=m49utx4td781690550</a>
3	Введение в теорию устойчивости движения	Меркни Д Р	1976	–	+	<a href="https://djvu.online/file/mJcAJBsQylJo8?ysclid=m49v6wceh5254470739">https://djvu.online/file/mJcAJBsQylJo8?ysclid=m49v6wceh5254470739</a>
4	Введение в теорию устойчивости	Барбашин ЕА	1967	–	+	<a href="https://www.nehudlit.ru/books/vvedenie-v-teoriyu-ustoychivosti.html">https://www.nehudlit.ru/books/vvedenie-v-teoriyu-ustoychivosti.html</a>
	Качественная теория динамических систем второго порядка	Андронов А,А., Леонтович Гордон Майер А,Г	1966	-	+	<a href="https://urss.ru/cgi-bin/db.pl?lang=Ru&amp;blang=ru&amp;page=Book&amp;id=16237&amp;ysclid=m49vdlhka109336469">https://urss.ru/cgi-bin/db.pl?lang=Ru&amp;blang=ru&amp;page=Book&amp;id=16237&amp;ysclid=m49vdlhka109336469</a>
	Теория колебаний	А.А. Андронов, АА, Витт, Хайкин	1981	-	+	<a href="https://djvu.online/file/tU6gg0gHCYzJ7?ysclid=m49veax1wv744224654">https://djvu.online/file/tU6gg0gHCYzJ7?ysclid=m49veax1wv744224654</a>
	«Элементы теории колебаний»	В.Д. Горяченко	2001	-	+	<a href="https://djvu.online/file/1Zv0MDEqhctWT?ysclid=m49vdf2ppl0690534297">https://djvu.online/file/1Zv0MDEqhctWT?ysclid=m49vdf2ppl0690534297</a>
	Нелинейная волоконная оптика	Агравал Г,	1996	-	+	<a href="https://djvu.online/file/xNnuRtNrbP82C?ysclid=m49vj1v9f0889162695">https://djvu.online/file/xNnuRtNrbP82C?ysclid=m49vj1v9f0889162695</a>
<b>Дополнительная литература</b>						
1	«Введение в теорию нелинейных колебаний»	Н.В. Бутенин, Ю.М. Неймарк, Н.А. Фуфаев	1976	–	+	<a href="https://djvu.online/file/LXfsjt0yhp2bo?ysclid=m49vks0dpz349419740">https://djvu.online/file/LXfsjt0yhp2bo?ysclid=m49vks0dpz349419740</a>
2	Оптические самопереключения однонаправленных распределено— связанных волн	Майер А.А.	1995	–	+	<a href="https://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&amp;jrnid=ufn&amp;paperid=1261&amp;option_lang=rus&amp;ysclid=m49vnuz2sl13566274">https://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&amp;jrnid=ufn&amp;paperid=1261&amp;option_lang=rus&amp;ysclid=m49vnuz2sl13566274</a>
3	Экспериментальное наблюдение явления самопереключения однонаправленных	Майер А.А.	1996	–	+	<a href="https://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&amp;jrnid=ufn&amp;paperid=1261&amp;opti">https://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&amp;jrnid=ufn&amp;paperid=1261&amp;opti</a>

	туннельно-связанных волн					on_lang=rus&ysclid=m49vnuz2sl13566274
4	Закономерности распространения света в нелинейном направленном ответвителе насыщающейся нелинейностью	Хаджи П.И., Орлов о.К	2000	–	+	<a href="https://school-science.ru/20/11/55966">https://school-science.ru/20/11/55966</a>
5	К теории распространения света в трехканальных нелинейных направленных ответвителях. Квантовая электроника	Хаджи П.И., Орлов О.К.	2000	–	+	<a href="https://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&amp;jrnid=qe&amp;paperid=1725&amp;option_lang=rus&amp;ysclid=m49vqkw5vf862281352">https://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&amp;jrnid=qe&amp;paperid=1725&amp;option_lang=rus&amp;ysclid=m49vqkw5vf862281352</a>
	Динамический хаос	Кузнецов С.П	2006	-	+	<a href="https://djvu.online/file/VxYQd73JxIH6W?ysclid=m49vr9522z680643683">https://djvu.online/file/VxYQd73JxIH6W?ysclid=m49vr9522z680643683</a>
<b>Итого по дисциплине: % печатных изданий – 0%; % электронных – 100%</b>						

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Реализация данной учебной дисциплины осуществляется с использованием материально-технической базы, обеспечивающей проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных программой учебной дисциплины и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Компьютерные классы оснащены современными персональными компьютерами и программным обеспечением в соответствии с тематикой изучаемого материала. Число рабочих мест достаточно, чтобы обеспечивалась индивидуальная работа студента на отдельном персональном компьютере.

Аудитория	Технические характеристики	На текущий момент
Аудитория 304, корпус А (ФТИ)	Локальная сеть Интернет Программное обеспечение для курсов, читаемых преподавателями кафедры ВПМИ	1 сервер 12 рабочих станций Интерактивная проекционная система (мультимедийный проектор и интерактивная доска)

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Данный курс предполагает овладение студентами основами алгоритмизации и приемами эффективного программирования на ЭВМ, приобретение навыков практического использования инструментальных средств программирования для решения различных прикладных и вычислительных задач. Полученные в рамках курса знания являются основой для изучения дисциплин, связанных с программированием, способствуют сознательному и рациональному использованию ЭВМ в своей учебной, а затем профессиональной деятельности.

Различные виды учебных занятий: лекции, лабораторные занятия — тесно связаны друг с другом. Поэтому их пропуски, невыполнение или неуспевание требуют компенсации путем

самостоятельной работы с использованием конспектов других студентов или рекомендованной литературы. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

Студентам рекомендуется посещать все занятия и вести подробный конспект; работать с основной и дополнительной литературой, пользоваться Интернет-ресурсами. Лекционный материал следует прорабатывать по конспектам учебным пособиям после аудиторных занятий. Подготовка к лабораторным занятиям заключается в предварительном изучении соответствующего материала по конспекту лекций или по рекомендованной литературе. На занятиях необходимо иметь электронный носитель для сохранения результатов своей работы и копирования методических материалов.

## 9. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Курс 3 группа ФМ22ДР62ПФ1 (303) семестр 5

Преподаватель-лектор: *доцент Коровай А.В.*

Преподаватель, ведущий лабораторные занятия: *доцент Коровай А.В.*

Кафедра высшей и прикладной математики и информатики

Семестр	Количество часов						Форма контроля
	Трудоемкость, з.е./часы	В том числе					
		Аудиторных				Самостоятельная работа (СР)	
		Всего	Лекций	Лабораторных занятий (ЛЗ)	Практических занятий (ПЗ)		
5	6/216	120	36	84		60	Экзамен/36

Форма текущей аттестации	Расшифровка	Минимальное кол-во баллов	Максимальное кол-во баллов
Посещение лекционных занятий		0	10
Выполнение и защита лабораторных работ	За каждую лабораторную работу №1, №4, №10 – 3 балла, №2, №3, №5, №6, №9, №11 – 4 балла, №7 – 2 балла, №8 – 5 баллов	0	60
Тестирование по разделу 1		0	3
Тестирование по разделу 2		0	3
Тестирование по разделу 3		0	5
Тестирование по разделу 4		0	3
Тестирование по разделу 5		0	3
Тестирование по разделу 6		0	3
<b>Итого количество баллов по текущей аттестации:</b>		<b>45</b>	<b>70</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	Экзамен	10	30
<b>Итого по дисциплине:</b>		<b>55</b>	<b>100</b>