

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования, первый  
проректор

  
\* Т.А. Хагуров  
подпись

«31» мая 2024 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ДВ.07.02 Целые функции и их приложения

Направление подготовки: 01.03.01 Математика

Направленность (профиль): Математическое моделирование

Форма обучения: очная

Квалификация: бакалавр

Краснодар 2024

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.07.02 ЦЕЛЫЕ ФУНКЦИИ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.01 Математика

Программу составил:  
Мавроди Н.Н., канд. физ. – мат. наук, доцент



---

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.07.02 ЦЕЛЫЕ ФУНКЦИИ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ утверждена на заседании кафедры теории функций протокол № 12 «7» мая 2024 г.  
Заведующий кафедрой (разработчика) Голуб М.В.



---

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук протокол № 3 «24» мая 2024 г.  
Председатель УМК факультета/института Шмалько С. П.



---

Рецензенты:

Гусаков Валерий Александрович,  
канд. физ. – мат. наук, директор ООО «Просвещение – Юг»

Засядко Ольга Владимировна, канд. физ. - мат. наук, доцент  
доцент кафедры информационных образовательных технологий

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Формирование системы математических знаний и умений, необходимых для использования целых функций в современном анализе.

### 1.2 Задачи дисциплины:

Познакомить с возможностью применения теории роста целых функций в вопросах аналитического продолжения степенных рядов, а также научить применять методы интерполяции целых функций в теории связи.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Целые функции и их приложения» относится к *части, формируемой участниками образовательных отношений* Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 4 курсе по очной. Вид промежуточной аттестации: зачет.

Для изучения этой дисциплины необходимы знания действительного и комплексного анализа, теории вероятностей, теории случайных процессов, обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных. Знания полученные в этом курсе применяются во всех курсах связанных с теорией вероятностей, математической статистикой и приложениях к финансовой математике.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

ПК-1 Способен решать актуальные и важные задачи фундаментальной и прикладной математики	
ИПК-1.1. Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики	Знать характеристики роста целых функций, представление целой функции степенным рядом и бесконечным произведением, оценки целых функций, представление целой функции интегралами Фурье и Лапласа.
	Уметь находить порядок и тип целой функции, находить индикаторы целых функций, строить степенные ряды с заданными свойствами, используя целые функции коэффициентов этих рядов и использовать интерполяционные формулы для восстановления на приёмном конце канала связи сообщения, описываемого целой функцией с ограниченным спектром.
	Владеть навыками практического использования методов теории целых функций при решении различных теоретических и прикладных задач.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения		
		очная	очно-заочная	заочная

		8 семестр (часы)	– семестр (часы)	– семестр (часы)	– курс (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>32,3</b>	<b>32,3</b>			
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>30</b>	<b>30</b>			
занятия лекционного типа	10	10			
лабораторные занятия	20	20			
практические занятия					
семинарские занятия					
<b>Иная контактная работа:</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3			
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>4</b>	<b>4</b>			
Подготовка к текущему контролю	–	–			
<b>Контроль:</b>	<b>35,7</b>	<b>35,7</b>			
Подготовка к экзамену	35,7	35,7			
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>72</b>	<b>72</b>		
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>32,3</b>	<b>32,3</b>		
	<b>зач. ед</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		

## 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 8 семестре 4 курсе

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Элементы теории роста целых функций	6			6	
2.	Разложение целой функции в бесконечное произведение	8	2		6	
3.	Целые функции экспоненциального типа	6	2		4	
4.	Применение теории роста целых функций в вопросах аналитического продолжения степенных рядов	10	4		6	
5.	Применение методов интерполяции целых функций в теории связи					
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	30	10		22	
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2				37,8
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	35,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	72				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Элементы теории роста целых функций	Стохастические интегралы по мартингалам. Семимартингалы. Теорема представления для семимартингалов.	Р
2.	Разложение целой функции в бесконечное произведение	Построение интеграла ИТО, свойства, формула ИТО.	Р
3.	Целые функции экспоненциального типа	Теорема существования решений стохастических дифференциальных уравнений, слабые решения. Одномерные стохастические дифференциальные уравнения.	Р

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий	Форма текущего контроля
1.	Вероятностное пространство. Случайные величины. Случайные процессы.	Вероятностная мера. Вероятностное пространство. Случайная величина. Случайный процесс как параметризованный набор случайных величин. Броуновское движение.	Р
2.	Мартингалы. Стохастические интегралы	Определение, свойства. Супермартингалы дискретного и непрерывного аргументов. Интегрирование процессов по мартингалам.	Р
3.	Интеграл и формула ИТО	Построение интеграла ИТО, свойства. Поток. Мартингал относительно потока.	Р
4.	Стохастические дифференциальные уравнения	Теорема существования решений стохастических дифференциальных уравнений. Одномерные стохастические дифференциальные уравнения. Марковский случай. Единственность решения.	Р

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

При изучении дисциплины применяется электронное обучение (проектор и ЭВМ), дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
---	---------	---

1	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий	Онлайн-курс «Физика в опытах. Часть I. Механика». – Национальный ядерный исследовательский университет. – URL: <a href="https://www.coursera.org/learn/fizika-v-opitah-mehanika">https://www.coursera.org/learn/fizika-v-opitah-mehanika</a>
2	Подготовка к лабораторным занятиям	Онлайн-курс «История изобретений и открытий – Вторая история человечества». – Национальный ядерный исследовательский университет. – URL: <a href="https://www.coursera.org/learn/istoriya-izobretenii-i-otkritii">https://www.coursera.org/learn/istoriya-izobretenii-i-otkritii</a>
3	Подготовка к коллоквиуму	Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные на заседании Совета экономического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №8 от 29.06.2017 г. Режим доступа: <a href="https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya">https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya</a>
4	Выполнение расчетно-графических заданий и контрольных работ	Методические указания по выполнению расчетно-графических заданий, утвержденные на заседании Совета экономического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №8 от 29.06.2017 г. Режим доступа: <a href="http://docspace.kubsu.ru/docspace/handle/1/1125">http://docspace.kubsu.ru/docspace/handle/1/1125</a>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)**

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, проблемное обучение, модульная технология, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Введение в специальность».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме *тестовых заданий, разноуровневых заданий, отчетов по индивидуальным и проектно-групповым заданиям* и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачету.

#### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-1.1. Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики	Знать характеристики роста целых функций, представление целой функции степенным рядом и бесконечным произведением, оценки целых функций, представление целой функции интегралами Фурье и Лапласа.	<i>Реферат Презентация по теме Вопросы на коллоквиуме 1-10</i>	<i>Вопрос на зачете 1-33</i>
2	ИПК-1.1. Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики	Уметь находить порядок и тип целой функции,	<i>КР №1 Вопросы на коллоквиуме 11–17</i>	<i>Вопрос на зачете 1-32</i>
3	ИПК-1.1. Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики	находить индикаторы целых функций, строить степенные ряды с заданными свойствами, используя целые функции коэффициентов этих рядов и использовать интерполяционные формулы для восстановления на приёмном конце канала связи сообщения, описываемого целой функцией с ограниченным спектром.	<i>КР №2 Тест №1</i>	<i>Вопрос на зачете 1-32/</i>

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**  
*Примерный перечень вопросов и заданий*

#### Определение (характеризация) целых функций

1) Доказать, что, если функции  $f(z)$  и  $g(z)$  — целые функции, то

а)  $f(z) \pm g(z)$

б)  $f(z) \cdot g(z)$

в)  $\frac{f(z)}{g(z)}, (g(z) \neq 0)$

г)  $f(g(z))$

д)  $f'(z)$

е)  $\int_{z_0}^z f(t) dt$

— целые функции.

2) Выяснить, являются ли целыми следующие функции:

а)  $\sum_{k=0}^n$

б)  $e^z$

в)  $e^{z^2}$

г)  $e^{e^z}$

д)  $\sqrt{z}$

е)  $\sin z$

ж)  $ch z$

з)  $\ln z$

и)  $ctg z$

3) Выяснить, являются ли целыми следующие функции:

а)  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{z^n}{n}$

б)  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{z^n}{n^n}$

в)  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n!}{n^n} z^n$

г)  $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{z^n}{n(\ln n)^n}$

д)  $\cos \sqrt{z}$

е)  $\sin \sqrt{z}$

ж)  $f(z) = \begin{cases} \frac{\sin z}{z}, & \text{если } z \neq 0 \\ 1, & \text{если } z = 0 \end{cases}$

з)  $f(z) = \begin{cases} \frac{\sin z}{z^2 - \pi^2}, & \text{если } z \neq \pm \pi \\ \mp \frac{1}{2\pi}, & \text{если } z = \pm \pi \end{cases}$

4) Выяснить, являются ли целыми следующие функции:

а)  $\int_0^z \frac{\sin t}{t} dt$

б)  $\int_1^z \frac{dt}{t}$

в)  $\int_0^z \frac{1 - \cos t}{t^2} dt$

5) Пусть  $D$  — односвязная область,  $f(z)$  — целая функция и для любого  $z \in C_z$

$f(z) \in D$ ,  $g(z)$  — однозначная аналитическая в области  $D$  функция. Доказать, что функция  $g(f(z))$  является целой.

6) Доказать, что любую целую функцию  $f(z) \neq 0$  можно представить в виде  $f(z) = e^{g(z)}$ , где  $g(z)$  — целая функция.



**Максимум модуля целой функции и функции  
аналитической в угле.**

1) Найти  $M_f(r)$  для целых функций  $f(z)$  :

a)  $f(z) = \sum_{k=0}^n a_k z^k$ , ( $a_n \neq 0$ ).

b)  $f(z) = \sin z$ .

c)  $f(z) = e^{\sum_{k=1}^n a_k z^k}$ , ( $a_n \neq 0$ ).

d)  $f(z) = e^{\sin z}$ .

2) Найти  $M_f(r; \alpha; \beta)$  для функции  $f(z)$  :

a)  $f(z) = \sqrt{z}$ ;  $\alpha = 0$ ,  $\beta = \pi$ , ( $\sqrt{1} = 1$ ).

b)  $f(z) = e^{\sqrt{z}}$ ;  $\alpha = -\frac{\pi}{2}$ ,  $\beta = \frac{\pi}{2}$ , ( $\sqrt{1} = 1$ ).

c)  $f(z) = e^{\sqrt{z}}$ ;  $\alpha = \frac{\pi}{2}$ ,  $\beta = \pi$ , ( $\sqrt{-1} = i$ )

d)  $f(z) = e^{z \ln z}$ ;  $\alpha = 0$ ,  $\beta = \frac{\pi}{2}$ , ( $\ln 1 = 0$ ).

e)  $f(z) = e^{z \ln z}$ ;  $\alpha = \frac{\pi}{2}$ ,  $\beta = \pi$ , ( $\ln(-1) = i\pi$ ).

3) Для строго возрастающей на промежутке  $[0; +\infty)$  функции  $g(r)$  построить такую целую функцию  $f(z)$ , что для всех  $r \in [0; +\infty)$  выполняется неравенство  $M_f(r) > g(r)$ .

4) Построить пример аналитической в некотором угле  $\alpha \leq \arg z \leq \beta$  функции  $f(z) \neq \text{const}$  такой, что  $\lim_{r \rightarrow +\infty} M_f(r; \alpha; \beta) = 0$ .

**Порядок и тип целых функций и функций аналитических в угле.**

1) Доказать, что для того, чтобы целая функция  $f(z)$  порядка  $0 < \rho_f < +\infty$  имела тип  $\sigma_f$

необходимо и достаточно, чтобы  $\sigma_f = \overline{\lim}_{r \rightarrow \infty} \frac{\ln M_f(r)}{r^{\rho_f}}$ .

- 2) Доказать, что порядок суммы двух целых функций не превышает наибольшего из порядков слагаемых.
- 3) Доказать, что тип суммы двух целых функций не превосходит наибольшего из типов слагаемых, при условии что порядок слагаемых и порядок суммы один и тот же.
- 4) Построить пример целых функций, для которых порядок суммы этих функций меньше порядков слагаемых.
- 5) Найти порядок и тип следующих целых функций:

а)  $f(z) = \sum_{k=0}^n a_k z^k$ , ( $a_n \neq 0$ )

б)  $f(z) = e^{\sum_{k=0}^n a_k z^k}$ , ( $a_n \neq 0$ )

в)  $f(z) = \cos az$ , ( $a \in C_z$ )

г)  $f(z) = e^{e^z}$

д)  $f(z) = sh az$ , ( $a \in C_z$ )

е)  $f(z) = e^{\cos z}$

ж)  $f(z) = e^z \sin z$

6) Найти порядок  $\rho$  тип  $\sigma$  функции  $f(z) = e^{\sqrt{z}}$  ( $\sqrt{1}=1$ ) в угле  $0 \leq \arg z \leq \pi$ .

7) Найти порядок  $\rho$  тип  $\sigma$  функции  $f(z) = e^{z^{-i \ln z}}$  ( $\ln 1 = 0$ ) в угле  $|\arg z| \leq \frac{\pi}{2}$ .

### Принцип Фрагмена – Линделёфа

Показать, что условие  $\rho < \alpha$  в задании 2 является существенным и его нельзя заменить условием  $\rho \leq \alpha$ .

2) Пусть аналитическая в угле  $|\arg z| < \frac{\pi}{2\rho}$  функции  $f(z)$  имеет в этом угле порядок  $\rho$

и тип  $\sigma > 0$ . Показать, что если на сторонах угла  $\left| f\left(re^{\pm i \frac{\pi}{2\rho}}\right) \right| \leq M$ , то для любого

$$z = re^{i\varphi} \quad \left| f(re^{i\varphi}) \right| \leq M e^{\sigma r^\rho \cos \rho\varphi} \quad \text{при } |\varphi| \leq \frac{\pi}{2\rho}.$$

3) Используя предыдущее задание, получить оценку функции  $f(z)$  порядка  $\rho = 1$  и типа  $\sigma$  в верхней полуплоскости при условии, что на вещественной оси  $|f(x)| \leq M$ .

4) Доказать, что если целая функция  $f(z)$  не более чем первого порядка и минимального типа ограничена на какой-нибудь прямой, то она постоянная.

- 5) Привести пример не постоянной целой функции порядка  $\rho = 1$ , которая ограничена на вещественной прямой.

### **Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)**

1. Определение целой функции. Примеры.
2. Рост целой функции.
3. Порядок и тип целой функции.
4. Связь роста целой функции и убывания коэффициентов её степенного разложения.
5. Формулы для порядка и типа целой функции.
6. Порядок и тип производной целой функции.
7. Показатель сходимости нулей целой функции.
8. Бесконечные числовые произведения.
9. Функциональные бесконечные произведения.
10. Построение целой функции с заданными нулями. Теорема Вейерштрасса.
11. Разложение целой функции в бесконечное произведение.
12. Разложение целой функции конечного порядка в бесконечное произведение. Теорема Адамара.
13. Порядок канонического произведения.
14. Оценка целой функции конечного порядка снизу.
15. Функция, ассоциированная по Борелю.
16. Выпуклое множество и его опорная функция.
17. Сопряжённая диаграмма целой функции экспоненциального типа.
18. Интегральное представление целой функции экспоненциального типа.
19. Интеграл Лапласа.
20. Интегральное представление ассоциированной функции.
21. Теорема Поля. Индикаторная диаграмма целой функции экспоненциального типа.
22. Порядок роста преобразования Фурье – Стильеса.
23. Индикаторная диаграмма финитного преобразования Фурье – Стильеса.
24. Теорема Винера – Пэли.
  25. Функция коэффициентов степенного ряда.
  26. Необходимые условия аналитического продолжения степенного ряда.
  27. Достаточные условия аналитического продолжения степенного ряда.
  28. Теоремы Адамара и Гурвица.
  29. Спектральные разложения целых функций конечной степени.
  30. Теорема Котельникова.

### **Критерии оценивания результатов обучения**

#### *Критерии оценивания по зачету:*

*«зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, знает вопросы основного учебно-программного материала, допускает незначительные ошибки; студент умеет обоснованно применять и правильно реализовывать моделирование простых задач механики школьного курса; справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.*

*«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется реализовывать моделирование простых задач механики школьного курса, довольно ограниченный объем выполненных заданий, предусмотренных программой дисциплины.*

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1. Учебная литература**

1. Гихман И.И. Скороход А.В. Теория случайных процессов.-М: Наука, 1975
2. Гихман И.И., Скороход А.В. Стохастические дифференциальные уравнения.-М: Наука, 1985.
3. Ватанабэ С., Икэда Н. Стохастические дифференциальные уравнения и диффузионные процессы.-М: Наука, 1986.
4. Оксендаль Б. Стохастические дифференциальные уравнения.-М: Мир, 2002.

### **5.2. Периодическая литература**

*Указываются печатные периодические издания из «Перечня печатных периодических изданий, хранящихся в фонде Научной библиотеки КубГУ» <https://www.kubsu.ru/ru/node/15554>, и/или электронные периодические издания, с указанием адреса сайта электронной версии журнала, из баз данных, доступ к которым имеет КубГУ:*

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

### **5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

**Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

**Профессиональные базы данных:**

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

#### **Информационные справочные системы:**

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

#### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety)

#### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>

2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

– *Общие рекомендации по самостоятельной работе обучающихся.*

*Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.*

*Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:*

*Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).*

*Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".*

*Положение о самостоятельной работе студентов (утверждено приказом № 272 КубГУ от 03 марта 2016 г.).*

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)**

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows Microsoft Office Professional Plus
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций,	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: Компьютеры	Wolfram Mathematica

текущего контроля и промежуточной аттестации		
--	--	--

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Wolfram Mathematica
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ИС 6, ИС 7)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	