



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Математики

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Специальные главы математики

направление подготовки/специальность 01.03.02 Прикладная математика и информатика

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Прикладная математика и информатика

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2021

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются владение основами теории стохастического интегрирования, теории стохастических дифференциальных уравнений, методами их решения и их приложениями к задачам математической физики.

Задачами дисциплины является знакомство с основными понятиями теории стохастического интегрирования, теории СДУ, методами решения СДУ, а также связями существующими между теорией СДУ и теорией линейных и нелинейных параболических уравнений.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Осуществляет выбор фундаментальных основ в области математических и (или) естественных наук для решения сформулированной задачи профессиональной деятельности	знает Основные методы решения дифференциальных уравнений, что такое винеровский процесс, его свойства, мартингалы, стохастический интеграл, формула Ито. умеет Решать обыкновенные дифференциальные уравнения владеет навыками Методами исследования случайных процессов и методами построения решения уравнения теплопроводности
ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	ОПК-2.1 Осуществляет выбор математического метода для решения сформулированной задачи профессиональной деятельности	знает Свойства мартингалов, стохастический интеграл Ито Основные методы решения стохастических дифференциальных уравнений, методы вычисления средних значений случайных величин (метод Монте-Карло) умеет Численно решать стохастические дифференциальные уравнения владеет навыками алгоритмами решения СДУ и их программой реализацией

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.41 основной профессиональной образовательной программы 01.03.02 Прикладная математика и информатика и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Компьютерное моделирование в среде MatLab	ОПК-2.3, ОПК-1.2
2	Дифференциальные уравнения	ОПК-2.1
3	Высшая математика	УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4
4	Теория вероятностей и математическая статистика	ОПК-2.1
5	Программирование в математических пакетах	ПК-1.4

6	Компьютерное моделирование случайных процессов	ОПК-2.3, ОПК-1.2
---	------------------------------------------------	------------------

Компьютерное моделирование в среде MatLab
Дифференциальные уравнения
Высшая математика
Теория вероятностей и математическая статистика
Программирование в математических пакетах
Компьютерное моделирование случайных процессов

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

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			8
Контактная работа	30		30
Лекционные занятия (Лек)	10	0	10
Практические занятия (Пр)	20	0	20
Иная контактная работа, в том числе:	0,25		0,25
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)			
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))			
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25		0,25
Часы на контроль	8,75		8,75
Самостоятельная работа (СР)	69		69
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	108		108
зачетные единицы:	3		3

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

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Винеровский процесс и его свойства, стохастический интеграл										
1.1.	Винеровский процесс и его свойства. Стохастический интеграл.	8	2		4				10	16	ОПК-2.1, ОПК-1.1
2.	2 раздел. Формула Ито										
2.1.	Формула Ито.	8	2		4				12	18	ОПК-2.1, ОПК-1.1

3.	3 раздел. Стохастические дифференциальные уравнения									
3.1.	Стохастические дифференциальные уравнения.	8	2		6			18	26	ОПК-2.1, ОПК-1.1
4.	4 раздел. Мартингалы. Субмартингалы. Супермартингалы.									
4.1.	Мартингалы, субмартингалы, супермартингалы.	8	2		4			12	18	ОПК-2.1, ОПК-1.1
5.	5 раздел. Интеграл Ито.									
5.1.	Интеграл Ито. Формула Феймана-Каца.	8	2		2			17	21	ОПК-2.1, ОПК-1.1
6.	6 раздел. Контроль									
6.1.	Зачет с оценкой	8							9	ОПК-2.1, ОПК-1.1

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Винеровский процесс и его свойства. Стохастический интеграл.	Винеровский процесс и его свойства. Стохастический интеграл. Винеровский процесс и его свойства. Стохастический интеграл по винеровскому процессу.
2	Формула Ито.	Формула Ито. Замена переменной в стохастическом интеграле, формула Ито
3	Стохастические дифференциальные уравнения.	Стохастические дифференциальные уравнения. Марковское свойство решения стохастического дифференциального уравнения. Достаточные условия для существования решения СДУ.
4	Мартингалы, субмартингалы, супермартингалы.	Мартингалы, субмартингалы, супермартингалы. Мартингалы, субмартингалы, супермартингалы. Моменты остановки. Теорема о разложении субмартингала.
5	Интеграл Ито. Формула Феймана-Каца.	Интеграл Ито. Формула Фейнмана-Каца. Интеграл Ито по мартингалу. Формула Фейнмана-Каца. Вероятностное представление решения задачи Коши для параболического уравнения.

5.2. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Винеровский процесс и его свойства. Стохастический интеграл.	Винеровский процесс и его свойства. Винеровский процесс и его свойства. Представление винеровского процесса в виде ряда. Моделирование винеровского процесса.
1	Винеровский процесс и его свойства. Стохастический интеграл.	Стохастический интеграл по винеровскому процессу. Стохастический интеграл по винеровскому процессу.
2	Формула Ито.	Формула Ито. Решение задач на применение формулы Ито.

3	Стохастические дифференциальные уравнения.	Стохастические дифференциальные уравнения. Марковское свойство решения СДУ. Вычисление генератора марковского процесса удовлетворяющего СДУ. Вводится понятие генератора марковского процесса, вычисляется генератор решения СДУ
4	Мартингалы, субмартингалы, супермартингалы.	Мартингалы, субмартингалы, супермартингалы. Мартингалы, супермартингалы, субмартингалы с дискретным и непрерывным временем. Разложение субмартингалов.
5	Интеграл Ито. Формула Феймана-Каца.	Интеграл Ито. Формула Фейнмана-Каца. Применение формулы Фейнман-Каца

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Винеровский процесс и его свойства. Стохастический интеграл.	Винеровский процесс. Стохастический интеграл. Винеровский процесс, его свойства. Стохастический интеграл.
2	Формула Ито.	Формула Ито Замена переменной в стохастическом интеграле. Формула Ито.
3	Стохастические дифференциальные уравнения.	Стохастические дифференциальные уравнения. СДУ. Генератор марковского процесса.
4	Мартингалы, субмартингалы, супермартингалы.	Мартингалы, субмартингалы, супермартингалы. Моменты остановки. Мартингалы. Моменты остановки.
5	Интеграл Ито. Формула Феймана-Каца.	Интеграл Ито. Формула Фейнмана-Каца. Вероятностное представление решения задачи Коши для параболического уравнения. Интеграл Ито по мартингалу.

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, и практических занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к зачету с оценкой.

Залогом успешного освоения математики является обязательное посещение лекционных и практических занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется выполнением практических заданий и посредством консультаций по выполнению индивидуальных заданий.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием рабочей программы по математике для студентов очной формы обучения, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;

при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в рабочей программе источники;

выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;

ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;

подготовиться к проверочной работе, предусмотренной в контрольных точках;

подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является зачет с оценкой. Студенты, не прошедшие аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Винеровский процесс и его свойства. Стохастический интеграл.	ОПК-2.1, ОПК-1.1	устный опрос, решение примеров
2	Формула Ито.	ОПК-2.1, ОПК-1.1	устный опрос, решение примеров
3	Стохастические дифференциальные уравнения.	ОПК-2.1, ОПК-1.1	устный опрос, решение задач
4	Мартингалы, субмартингалы, супермартингалы.	ОПК-2.1, ОПК-1.1	устный опрос, решение задач
5	Интеграл Ито. Формула Феймана-Каца.	ОПК-2.1, ОПК-1.1	устный опрос, решение задач
6	Зачет с оценкой	ОПК-2.1, ОПК-1.1	

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенций ОПК-1.1 и ОПК-2.1

Для заданного случайного процесса стохастический дифференциал которого имеет вид $dx(t)=a(t)dt+A(t)dw(t)$ и заданной функции $f(t,x)$ найти стохастический дифференциал процесса $y(t)=f(t,x(t))$.

Варианты

- 1) $a(t)=2t$, $A(t)=1+t$, $f(t,x)=t\sin(x)$
- 1) $a(t)=2\sin(t)$, $A(t)=1+\cos(t)$, $f(t,x)=\sin(3x)$
- 1) $a(t)=3$, $A(t)=6$, $f(t,x)=\cos(5x)$
- 1) $a(t)=2+t$, $A(t)=3+2t$, $f(t,x)=t\cos(2x)$
- 1) $a(t)=t$, $A(t)=3+4t$, $f(t,x)=\sin(2x)$

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
---------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений
<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Винеровский процесс, стохастический интеграл.
2. Стохастический дифференциал, формула Ито
3. Стохастическое дифференциальное уравнение, определение решения
4. Теорема существования и единственности решения
5. Марковское свойство, формула Чепмена-Колмогорова
6. Марковское свойство решения СДУ
7. Генератор марковского процесса
8. Решения СДУ и классические решения задачи Коши для параболического уравнения
9. Зависимость решения СДУ от начальных данных
10. Решения СДУ и классические решения задачи Коши для системы параболических уравнений
11. Мартингалы. Субмартингалы. Супермартингалы.
12. Марковские моменты и моменты остановки.
13. Неравенства Дуба для субмартингалов и супермартингалов.
14. Теорема Дуба о разложении субмартингала.
15. Стохастический интеграл Ито.
16. Теорема Ито

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Построить вероятностные представления решения задачи Коши для параболических уравнений

$$u'_t + ty^2 u''_y + 3u'_y + \sin(2y)u = 0, u(T, y) = 2\cos(y)$$

$$u'_t + 4y^2 u''_y + 3u'_y + \cos(y)u = 0, u(T, y) = 4\sin(y)$$

$$u'_t + y^2 u''_y + 5u'_y + \sin(3y)u = 0, u(T, y) = \cos(y)$$

$$u'_t + 8y^2 u''_y + 3u'_y + \sin(y)u = 0, u(T, y) = \cos(y)$$

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета с оценкой. Зачет с оценкой проводится в форме собеседования. Студент получает билет с двумя вопросами по курсу, готовится в течение 45 мин и отвечает преподавателю.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		

	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>
знания	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; -знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>

<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>
<p>владение навыками</p>	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
Основная литература		
1	Розов А. К., Стохастические дифференциальные уравнения и их применение, Санкт-Петербург: Политехника, 2016	ЭБС
2	Сабельфельд К., Курбанмурадов О., Случайные поля и стохастические дифференциальные уравнения: анализ и некоторые приложения, Б. м.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012	ЭБС
Дополнительная литература		
1	Эллиотт Р., Элуашвили М. Г., Ширяев А. Н., Стохастический анализ и его приложения, М.: Мир, 1986	ЭБС
2	Ермаков С. М., Некруткин В. В., Сипин А. С., Случайные процессы для решения классических уравнений математической физики, М.: Наука, 1984	ЭБС
3	Оксендаль Б., Колмановский В. Б., Королёва Н. И., Матасов А. И., Стохастические дифференциальные уравнения. Введение в теорию и приложения, М.: Мир, 2003	ЭБС
4	Гихман И. И., Скороход А. В., Введение в теорию случайных процессов, М.: Издательство "Наука", 1965	ЭБС
5	Гихман И. И., Скороход А. В., Стохастические дифференциальные уравнения, Киев: Наукова думка, 1968	ЭБС

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Портал дистанционного обучения	https://moodle.spbgasu.ru/login/index.php
Приложение Teams	MS Teams

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	www.spbgasu.ru
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Электронно-библиотечная система издательства "IPRbooks"	http://www.iprbookshop.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	https://www.biblio-online.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
--------------	---------------------------------------------------------------------

Microsoft Office 2016	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.
MathCad версия 15	Mathcad сублицензионное соглашение на использование продуктов "РТС" с ООО"Софт Лоджистик" договор №20716/SPB9 2010 г.
Matlab версия R2019a	MATLAB договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты"
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
07. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
07. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
07. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. ПО Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2016

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.