

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 24.06.2022 13:57:04  
Уникальный программный ключ:  
b683afe664d7e9f64175886cf9626a196149ad56

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет  
Кафедра

*Математики и информационных технологий*  
*Математического моделирования*

### Рабочая программа дисциплины (модуля)

дисциплина

*Б1.В.ДВ.02.02 Вычислительная математика*

часть, формируемая участниками образовательных отношений

Направление

*44.03.05*

*Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)*

код

наименование направления

Программа

*Математика, Информатика*

Форма обучения

**Очная**

Для поступивших на обучение в  
**2019 г.**

Разработчик (составитель)

*Мифтахов Э. Н.*

ученая степень, должность, ФИО

Стерлитамак 2022

<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>4</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) .....	5
<b>5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....</b>	<b>12</b>
<b>6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) .....</b>	<b>13</b>
6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля) .....	13
6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем .....	13

**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-3. Способен использовать базовые знания математики и информатики для реализации учебных программ по профильным предметам	ПК-3.1. Знания	Обучающийся должен знать: основные статистические процедуры; общие задачи и методы проведения регрессионного однофакторного и множественного анализа, сглаживания и экстраполяции временных рядов, методику построения простейших адаптивных моделей временных рядов, а также основные принципы прогнозирования временных показателей
	ПК-3.2. Умения	Обучающийся должен уметь: по имеющимся экспериментальным данным строить однофакторные и множественные регрессионные модели, модели временных рядов на основе принципа сглаживания и экстраполяции, адаптивные модели, устанавливать степень адекватности построенных моделей, в случае установления адекватности проводить прогнозирование показателей
	ПК-3.3. Владение навыком	Обучающийся должен владеть: навыками статистической обработки экспериментального материала; навыками моделирования на ЭВМ случайных величин; вычислительной техникой и программным обеспечением при выполнении статистических расчетов

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

Цели изучения дисциплины:

Дисциплина реализуется в рамках вариативной части в 9 и 10 семестре.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Основы алгоритмизации и языки программирования»,

«Дискретная математика».

Освоение учебной дисциплины «Вычислительная математика» является необходимой основой для выполнения выпускных квалификационных работ.

Дисциплина «Вычислительная математика» занимает важное место среди прикладных математических дисциплин. В процессе работы студенты должны на основе рассмотренных примеров освоить процедуру построения математических моделей социальных, экономических, физических процессов и явлений, изучить методы исследований возникающих при этом математических задач, научиться делать выводы из полученных математических результатов.

Дисциплина изучается на 5 курсе в 9, 10 семестрах

**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 7 зач. ед., 252 акад. ч.

Объем дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	252
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	32
практических (семинарских)	48
лабораторных	32
другие формы контактной работы (ФКР)	0,4
Учебных часов на контроль (включая часы подготовки):	
зачет	
дифференцированный зачет	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	139,6

Формы контроля	Семестры
зачет	9
дифференцированный зачет	10

**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)			
		Контактная работа с преподавателем			СР
		Лек	Пр/Сем	Лаб	
4	Модели страхования и актуарные расчеты	6	14	0	33,6

4.1	Основные понятия страхования. Страховая премия.	2	4	0	8
4.2	Определение рисковой надбавки.	2	4	0	12
4.3	Понятие перестрахования. Модели страхования жизни.	2	6	0	13,6
3.4	Обзор современных ГИС	2	4	0	6
<b>3</b>	<b>Геоинформационные системы</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>22</b>
3.2	Решение аналитических задач в ГИС	2	4	0	6
<b>1</b>	<b>Теоретические основы моделирования</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>32</b>
3.1	Основы геоинформационных технологий	2	4	0	4
1.1	Введение. Общие понятия моделирования.	2	2	0	8
3.3	Дистанционное зондирование и системы спутникового позиционирования	2	4	0	6
1.2	Теоретические основы программирования.	2	2	4	8
1.4	Применение информационных систем для компьютерного моделирования	2	2	4	8
<b>2</b>	<b>Имитационное моделирование</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>52</b>
2.1	Марковские случайные процессы	2	2	4	10
2.2	Метод Монте-Карло при имитационном моделировании экономических процессов	2	2	4	10
2.3	Теория массового обслуживания.	2	2	4	10
2.4	Статистическое моделирование случайных процессов	2	2	4	10
2.5	Компьютерная система имитационного моделирования Micro Saint и Ithink	2	2	4	12
1.3	Основы численного моделирования	2	2	4	8
	<b>Итого</b>	<b>32</b>	<b>48</b>	<b>32</b>	<b>139,6</b>

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

Курс практических/семинарских занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
<b>4</b>	<b>Модели страхования и актуарные расчеты</b>	
4.1	Основные понятия страхования. Страховая премия.	Полное страхование. Пропорциональное страхование. Система первого риска. Франшиза. Структура страховой премии. Расчет единовременной и периодической рисковой премия.
4.2	Определение рисковой надбавки.	Степень риска. Объединение рисков в страховом портфеле. Максимальная величина принимаемого риска. Применение функции полезности в актуарных расчетах.
4.3	Понятие перестрахования.	Перестрахование. Квотное перестрахование.

	Модели страхования жизни.	Эксцедент суммы. Эксцедент убытка. Эксцедент убыточности. Функция выживания и ее свойства. Кривая смертей. Интенсивность смертности. Аналитические законы смертности. Закон де Муавра. Закон Гомпертца. Законы Мэйкхама. Закон Вейбулла. Интерполяция таблиц смертности для дробных возрастов. Равномерное распределение смертей. Постоянная интенсивность смертности. Предположение Балдуччи.
3.4	Обзор современных ГИС	Модуль ArcView Gis Network Analyst. Разработка маршрута доставки грузов. Разработка маршрута машины скорой помощи от ближайшей станции до места происшествия. Определение количества клиентов проживающих в ближайшем окружении.
<b>3</b>	<b>Геоинформационные системы</b>	
3.2	Решение аналитических задач в ГИС	Создание карты в ArcView GIS и подготовка ее на печать.
<b>1</b>	<b>Теоретические основы моделирования</b>	
3.1	Основы геоинформационных технологий	Знакомство с ArcView GIS. Работа со слоями карт. Подготовка картограмм и картодиаграмм. Работа с таблицами.
1.1	Введение. Общие понятия моделирования.	Знакомство с понятиями модель и метод математического моделирования. Этапы математического моделирования: построение модели; выбор метода решения; разработка и применение программного обеспечения; компьютерное исследование, вычислительный эксперимент.
3.3	Дистанционное зондирование и системы спутникового позиционирования	Модуль ArcView Gis 3D Analyst. Создание 3D объектов в ArcView GIS. Анализ поверхности.
1.2	Теоретические основы программирования.	Обзор алгоритмов поиска и сортировки данных, комбинаторных вычислений. Основные элементы структурного программирования. Динамические структуры данных.
1.4	Применение информационных систем для компьютерного моделирования	Моделирование физических, экономических, биологических и социальных процессов.
<b>2</b>	<b>Имитационное моделирование</b>	
2.1	Марковские случайные процессы	Понятие о марковском процессе. Отсутствие последствий. Потоки событий. Основные свойства потоков событий. Простейший поток. Размеченный граф состояний системы (РГС). Уравнения Колмогорова в дифференциальной форме. Финальные вероятности состояний. Преобразование дифференциальных уравнений в линейные алгебраические. Содержательная интерпретация результатов математического решения – возможность последующей оптимизации.

2.2	Метод Монте-Карло при имитационном моделировании экономических процессов	Применение метода Монте-Карло в имитационном моделировании. Понятие метода Монте-Карло. Общие представления об оценке точности результатов, полученных методом Монте-Карло. Оценка точности метода Монте-Карло при известной дисперсии. Оценка точности метода Монте-Карло при неизвестной дисперсии.
2.3	Теория массового обслуживания.	Предмет и задачи теории массового обслуживания. Основные понятия и определения: входящий поток (поток заявок или требований на обслуживание), обслуживающие приборы (каналы), поток обслуживаний, очередь, выходящий поток. Классификация систем массового обслуживания (СМО) – системы без потерь, без ожидания, смешанного типа. Аналитическое исследование СМО на основе марковского подхода. Схема гибели и размножения. Условие существования финальных вероятностей. Вычисление различных характеристик (показателей эффективности) типичных СМО: длина очереди, время ожидания, занятость системы. Формулы Литтла. Произвольные законы распределения – формулы Полячека-Хинчина.
2.4	Статистическое моделирование случайных процессов	Основные идеи и принципы статистического моделирования. Назначение и области применимости метода. Единичный жребий: основные разновидности и формы организации. Равномерно распределенные случайные числа. Таблицы и датчики случайных чисел. Определение характеристик стационарного случайного процесса по одной реализации.
2.5	Компьютерная система имитационного моделирования Micro Saint и Ithink	Концепция моделирования на Micro Saint и Ithink. Основные элементы моделей: транзакты, приборы, многоканальные устройства, очереди. Параметры транзактов. Стандартные числовые атрибуты (СЧА). Блоки и операторы Micro Saint и Ithink. Назначение и вычисление количественных параметров. Операторы SIMULATE (моделировать), START (начать), END (закончить). Внесение транзактов в модель. Переход транзактов в блок, отличный от последующего. Удаление транзактов из модели. Занятие и освобождение приборов. Моделирование многоканальных устройств: оператор STORAGE, блоки ENTER (войти) и LEAVE (выйти). Задержка во времени. Сбор статистики при ожидании. Вывод результатов в процессе моделирования. Использование таблиц. Использование арифметических выражений. Использование функций (оператор FUNCTION).
1.3	Основы численного моделирования	Программная реализация решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений численными методами.

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
<b>4</b>	<b>Модели страхования и актуарные расчеты</b>	
4.1	Основные понятия страхования. Страховая премия.	Актуарные расчеты и задачи актуариев. Основные принципы страхования и актуарных расчетов. Классификация отраслей страхования. Методы распределения ответственности за риск. Полное страхование. Пропорциональное страхование. Методы распределения ответственности за риск. Страхование по системе первого риска. Франшиза и ее виды. Структура страховой премии. Нетто-премия. Нагрузка и ее составляющие. Расчет рискованной премии. Единовременная и периодическая рискованная премия.
4.2	Определение рискованной надбавки.	Задача определения рискованной надбавки. Вероятность разорения страховой компании. Объединение рисков в страховом портфеле. Максимальная величина принимаемого риска. Применение функции полезности в актуарных расчетах.
4.3	Понятие перестрахования. Модели страхования жизни.	Пропорциональное перестрахование. Квотное перестрахование. Эксцедент суммы. Непропорциональное перестрахование. Эксцедент убытка. Эксцедент убыточности. Вероятность разорения цедента при эксцедентном перестраховании. Понятие продолжительности жизни и основные его характеристики. Функция выживания и ее свойства. Кривая смертей. Интенсивность смертности. Аналитические законы смертности. Закон де Муавра. Закон Гомпертца. Законы Мэйкхама. Закон Вейбулла. Остаточное время жизни и его характеристики. Интерполяция таблиц смертности для дробных возрастов. Равномерное распределение смертей. Постоянная интенсивность смертности. Предположение Балдуччи. Страхование на чистое дожитие. Пожизненная рента. Отложенная пожизненная рента. Срочные страховые ренты. Пожизненное страхование. Страхование жизни с ограниченным сроком выплат и смешанное страхование Дискретные характеристики продолжительности жизни. Основные показатели таблиц смертности и их взаимосвязь. Средняя продолжительность жизни.
3.4	Обзор современных ГИС	Этапы разработки ГИС, проектирование ГИС, инструментальная ГИС ARC/INFO, программный пакет ARCVIEW GIS 3.1, программные продукты MAPINFO
<b>3</b>	<b>Геоинформационные системы</b>	
3.2	Решение аналитических задач в ГИС	Модели данных в ГИС, обработка информации, модели данных в ГИС, ввод данных, анализ



		информации в ГИС, подготовка отчетов.
<b>1</b>	<b>Теоретические основы моделирования</b>	
3.1	Основы геоинформационных технологий	Основные понятия и термины, эволюция ГИС, сфера применения, базовые компоненты ГИС, цифровая картография.
1.1	Введение. Общие понятия моделирования.	Понятия о моделях и моделировании. Этапы математического моделирования. Понятие о вычислительном эксперименте: построение модели; выбор метода решения; разработка и применение программного обеспечения; компьютерное исследование, вычислительный эксперимент.
3.3	Дистанционное зондирование и системы спутникового позиционирования	Основные понятия, принцип дистанционного зондирования, оптические и радиотехнические методы зондирования, анализ спутниковых изображений, глобальная система позиционирования.
1.2	Теоретические основы программирования.	Представление данных в памяти компьютера. Алгоритмы и их свойства. Обзор основных целочисленных алгоритмов, алгоритмов поиска и сортировки данных, комбинаторных алгоритмов. Основные элементы структурного программирования. Динамические структуры данных. Объектно-ориентированное программирование.
1.4	Применение информационных систем для компьютерного моделирования	Моделирование физических процессов и явлений. Компьютерное моделирование в экологии. Модели социального развития человечества. Моделирование случайных процессов.
<b>2</b>	<b>Имитационное моделирование</b>	
2.1	Марковские случайные процессы	Понятие о Марковском процессе. Отсутствие последствия. Потoki событий. Основные свойства потоков событий. Простейший поток. Размеченный граф состояний системы (РГС). Уравнения Колмогорова в дифференциальной форме. Финальные вероятности состояний. Содержательная интерпретация результатов математического решения – возможность последующей оптимизации.
2.2	Метод Монте-Карло при имитационном моделировании экономических процессов	Понятие метода Монте-Карло. Общие представления об оценке точности результатов, полученных методом Монте-Карло. Оценка точности метода Монте-Карло при известной дисперсии. Оценка точности метода Монте-Карло при неизвестной дисперсии.
2.3	Теория массового обслуживания.	Предмет и задачи теории массового обслуживания. Основные понятия и определения: входящий поток (поток заявок или требований на обслуживание), обслуживающие приборы (каналы), поток обслуживаний, очередь, выходящий поток. Классификация систем массового обслуживания (СМО) – системы без потерь, без ожидания, смешанного типа. Аналитическое исследование СМО на основе марковского подхода. Схема гибели и размножения. Условие существования финальных вероятностей. Вычисление различных характеристик

		(показателей эффективности) типичных СМО: длина очереди, время ожидания, занятость системы. Формулы Литтла. Произвольные законы распределения – формулы Полячека-Хинчина.
2.4	Статистическое моделирование случайных процессов	Основные идеи и принципы статистического моделирования. Назначение и области применимости метода. Единичный жребий: основные разновидности и формы организации. Равномерно распределенные случайные числа. Таблицы и датчики случайных чисел. Определение характеристик стационарного случайного процесса по одной реализации.
2.5	Компьютерная система имитационного моделирования Micro Saint и Ithink	Концепция моделирования на Micro Saint и Ithink. Основные элементы моделей: транзакты, приборы, многоканальные устройства, очереди. Параметры транзактов. Стандартные числовые атрибуты (СЧА). Блоки и операторы Micro Saint и Ithink. Назначение и вычисление количественных параметров. Операторы SIMULATE (моделировать), START (начать), END (закончить). Внесение транзактов в модель. Переход транзактов в блок, отличный от последующего. Удаление транзактов из модели. Занятие и освобождение приборов. Моделирование многоканальных устройств: оператор STORAGE, блоки ENTER (войти) и LEAVE (выйти). Задержка во времени. Сбор статистики при ожидании. Вывод результатов в процессе моделирования. Использование таблиц. Использование арифметических выражений. Использование функций (оператор FUNCTION).
1.3	Основы численного моделирования	Понятие о дискретном аналоге математической модели. Обзор методов численного решения ОДУ. Экспериментальная оценка выбора шага интегрирования. Обработка и интерпретация полученной информации.

#### Курс лабораторных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
<b>1</b>	<b>Теоретические основы моделирования</b>	
1.2	Теоретические основы программирования.	Обзор алгоритмов поиска и сортировки данных, комбинаторных вычислений. Основные элементы структурного программирования. Динамические структуры данных.
1.4	Применение информационных систем для компьютерного моделирования	Моделирование физических, экономических, биологических и социальных процессов.
<b>2</b>	<b>Имитационное моделирование</b>	
2.1	Марковские случайные процессы	Понятие о марковском процессе. Отсутствие последствия. Потoki событий. Основные свойства потоков событий. Простейший поток. Размеченный граф состояний системы (РГС). Уравнения

		Колмогорова в дифференциальной форме. Финальные вероятности состояний. Преобразование дифференциальных уравнений в линейные алгебраические. Содержательная интерпретация результатов математического решения – возможность последующей оптимизации.
2.2	Метод Монте-Карло при имитационном моделировании экономических процессов	Применение метода Монте-Карло в имитационном моделировании. Понятие метода Монте-Карло. Общие представления об оценке точности результатов, полученных методом Монте-Карло. Оценка точности метода Монте-Карло при известной дисперсии. Оценка точности метода Монте-Карло при неизвестной дисперсии.
2.3	Теория массового обслуживания.	Предмет и задачи теории массового обслуживания. Основные понятия и определения: входящий поток (поток заявок или требований на обслуживание), обслуживающие приборы (каналы), поток обслуживаний, очередь, выходящий поток. Классификация систем массового обслуживания (СМО) – системы без потерь, без ожидания, смешанного типа. Аналитическое исследование СМО на основе марковского подхода. Схема гибели и размножения. Условие существования финальных вероятностей. Вычисление различных характеристик (показателей эффективности) типичных СМО: длина очереди, время ожидания, занятость системы. Формулы Литтла. Произвольные законы распределения – формулы Полячека-Хинчина.
2.4	Статистическое моделирование случайных процессов	Основные идеи и принципы статистического моделирования. Назначение и области применимости метода. Единичный жребий: основные разновидности и формы организации. Равномерно распределенные случайные числа. Таблицы и датчики случайных чисел. Определение характеристик стационарного случайного процесса по одной реализации.
2.5	Компьютерная система имитационного моделирования Micro Saint и Ithink	Концепция моделирования на Micro Saint и Ithink. Основные элементы моделей: транзакты, приборы, многоканальные устройства, очереди. Параметры транзактов. Стандартные числовые атрибуты (СЧА). Блоки и операторы Micro Saint и Ithink. Назначение и вычисление количественных параметров. Операторы SIMULATE (моделировать), START (начать), END (закончить). Внесение транзактов в модель. Переход транзактов в блок, отличный от последующего. Удаление транзактов из модели. Занятие и освобождение приборов. Моделирование многоканальных устройств: оператор STORAGE, блоки ENTER (войти) и LEAVE (выйти). Задержка во времени. Сбор статистики при ожидании. Вывод результатов в процессе моделирования. Использование таблиц. Использование арифметических выражений. Использование функций (оператор

		FUNCTION).
1.3	Основы численного моделирования	Программная реализация решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений численными методами

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

Внеаудиторными формами и инструментами самостоятельной работы обучающихся по учебной дисциплине являются: изучение дополнительного теоретического материала, выполнение лабораторных работ, подготовка к зачету с оценкой, экзамену. Подробный перечень тем, выносимых на самостоятельное изучение, с указанием рекомендуемой учебно-методической литературой представлен ниже.

Тематика заданий для самостоятельной работы обучающихся

На самостоятельную работу студентов по дисциплине отводится 139,6 часов.

Наименование тем на самостоятельное изучение

Компьютерное моделирование задач по механике: Полеты летательных аппаратов. Упругое столкновение шаров. Полет баллистической ракеты. Стыковка космического корабля. Кривошипно-шатунный механизм.

Компьютерное моделирование задач: Движение частиц методом броуновской динамики. Имитационный метод моделирования броуновских траекторий. Решение уравнения теплопроводности. Решение уравнения Пуассона.

Компьютерное моделирование задач по электричеству и оптике: Силовые линии электрического поля. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Разделение изотопов. Спектральный анализ. Явление радуги.

Компьютерное моделирование задач по квантовой физике: Дифракция микрочастиц на отверстиях. Квантово-механическая модель атома.

Особенности и область применения дискретных имитационных систем.

Особенности и область применения непрерывных имитационных систем.

Проблема взаимосвязанной имитации процессов в совокупности производственно-технологических и социально-экономических систем.

Системы программного обеспечения имитационного моделирования на основе SLX, Proof Animation, ProcessModel, AnyLogic.

Система глобального позиционирования Принцип действия GPS. Наземный и космический сегменты. Методы и погрешности определения координат. Примеры применения

Актуарные расчеты в страховании гражданско-правовой ответственности автовладельцев

Методы определения ущерба в имущественном страховании.

Классификация негосударственных пенсионных схем.

Использование метода производящих функций для расчета точного распределения ущерба в страховом портфеле.

Рекомендуемая учебно-методическая литература

1) Буйначев, С.К. Применение численных методов в математическом моделировании : учебное пособие / С.К. Буйначев ; науч. ред. Ю.В. Песин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 72 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7996-1197-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275957>

2) Крахоткина, Е.В. Численные методы в научных расчетах : учебное пособие / Е.В. Крахоткина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное

государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 162 с. : ил. - Библиогр.: с. 158-159. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458055>

3) Коротаяев, М.В. Применение геоинформационных систем в экологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.В. Коротаяев, Н.В. Правикова. – 2-е изд. – М.: КДУ, 2010. – 172 с. – URL: <https://sspaedu.bibliotech.ru/Reader/Book/7100>

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

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

#### **Основная учебная литература:**

1. Шошина, К.В. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / К.В. Шошина, Р.А. Алешко. – Архангельск: ИД САФУ, 2014. – Ч.1. – 76 с.: ил. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312310>
2. Ловцов, Д.А. Геоинформационные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д.А. Ловцов, А.М. Черных. – М.: Российская академия правосудия, 2012. – 191 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=140619>
3. Шкляр, М.Ф. Основы научных исследований : учебное пособие / М.Ф. Шкляр. - 6-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К<sup>о</sup>», 2017. - 208 с. - (Учебные издания для бакалавров). - Библиогр.: с. 195-196. - ISBN 978-5-394-02518-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450782>

#### **Дополнительная учебная литература:**

1. Коротаяев, М.В. Применение геоинформационных систем в экологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.В. Коротаяев, Н.В. Правикова. – 2-е изд. – М.: КДУ, 2010. – 172 с. – URL: <https://sspaedu.bibliotech.ru/Reader/Book/7100>
2. Крахоткина, Е.В. Численные методы в научных расчетах : учебное пособие / Е.В. Крахоткина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 162 с. : ил. - Библиогр.: с. 158-159. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458055>
3. Буйначев, С.К. Применение численных методов в математическом моделировании : учебное пособие / С.К. Буйначев ; науч. ред. Ю.В. Песин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 72 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7996-1197-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275957>

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

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование документа с указанием реквизитов</b>
--------------	--