Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03 МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ

Направление подготовки **01.04.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль) Математическое моделирование в естествознании и технологиях

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника магистр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки **01.04.02 Прикладная математика и информатика** (уровень магистратуры).

Программу составил:

Рубцов С.Е., канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры математического моделирования КубГУ

Рабочая программа дисциплины «Моделирование экологических процессов и систем» утверждена на заседании кафедры математического моделирования протокол № 12 «20 » мая 2020 г.

Заведующий кафедрой математического моделирования акад. РАН, д-р физ.-мат. наук, проф. Бабешко В.А.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № 2 « 22» мая 2020 г.

Председатель УМК факультета
канд. экон. наук, доцент Коваленко А.В.

Рецензенты:

Лозовой В.В., канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник лаборатории математики и механики Южного научного центра РАН

Лукащик Е.П., канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель освоения дисциплины

Цели изучения дисциплины определены государственным образовательным стандартом высшего образования и соотнесены с общими целями ООП ВО по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика», в рамках которого преподается дисциплина.

Данная дисциплина ставит своей **целью** развитие профессиональных компетентностей, приобретение практических навыков в использовании математических моделей экологических процессов и систем, умение оценивать их с помощью, на качественном и количественном уровнях, различные варианты экологической политики, предвидеть последствия принимаемых решений или изменений в конъюнктуре рынков.

Процесс освоения данной дисциплины направлен на получение необходимого объема знаний, отвечающих требованиям ФГОС ВО и обеспечивающих успешное проведение магистром профессиональной деятельности, владение методологией формулирования и решения прикладных задач, а также на выработку умений применять на практике методы прикладной математики и информатики. Цели дисциплины соответствуют овладению следующими компетенциями ОПК-5 (способностью использовать углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов) и ПК-5 (способностью управлять проектами, планировать научно-исследовательскую деятельность, анализировать риски, управлять командой проекта).

1.2 Задачи дисциплины

– актуализация и развитие знаний в области математических моделей экологических систем;

– применение научных знаний о математическом моделировании экологических систем для анализа и прогнозирования конъюнктуры рынков;

– решение задач по математическому моделированию экологических процессов и систем;

– развитие навыков математического моделирования экологических процессов и систем;

– овладение инновационными технологиями в области математического моделирования экологических процессов.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 академических часа (из них 14 аудиторных). Курс «Моделирование экологических процессов и систем» состоит из лабораторных занятий, сопровождаемых регулярной индивидуальной работой преподавателя со студентами в процессе самостоятельной работы. В конце семестра проводится зачет. Программой дисциплины предусмотрены 14 часов лабораторных занятий, а также 58 часов самостоятельной работы

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Моделирование экологических процессов и систем» относится к вариативной части Блока 1 (дисциплины по выбору), базируется на знаниях, полученных по стандарту высшего образования, и играет важную роль при подготовке магистров по программе «Математическое моделирование».

Место курса в профессиональной подготовке магистра определяется ролью методов математического, имитационного и численного моделирования в формировании высококвалифицированного специалиста. Данная дисциплина является важным звеном в обеспечении магистра знаниями, позволяющими прикладнику успешно вести профессиональную деятельность в сфере разработки математических моделей решаемых задач, а также обеспечивать полный цикл процесса моделирования. Имеется логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП ВО. Дисциплина «Моделирование экологических процессов и систем» связана с дисциплинами общенаучного цикла и другими дисциплинами вариативной части. Данный курс наиболее тесно связан с курсами: математические методы представления и анализа моделей,

дополнительные главы уравнений математической физики, модели механики деформируемого твердого тела, математические модели механики разрушения, модели тепломассопереноса, электрохимическая гидродинамика, численные методы математической физики, математические модели в сейсмологии.

Необходимым требованием к «входным» знаниям, умениям и опыту деятельности обучающегося при освоении данной дисциплины, приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин, является уверенное владения материалом следующих курсов: уравнения математической физики, вычислительные методы, математический анализ, современные компьютерные технологии.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения курса «Моделирование экологических процессов и систем» обучающийся должен обладать:

Код компетенции	Формулировка компетенции
ОПК-5	способностью использовать углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов
Знать	– правовые и этические нормы при моделировании экологических процессов и систем
Уметь	– оценивать последствия своей профессиональной деятельности, при моделировании экологических процессов и систем
Владеть	– способностью использовать углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий моделирования экологических процессов и систем
ПК-5	способностью управлять проектами, планировать научно-исследовательскую деятельность, анализировать риски, управлять командой проекта
Знать	– методы управления проектами по моделированию экологических процессов и систем; – основные понятия об экологических системах; – базовые математические методы, используемые при анализе экологических систем
Уметь	– ставить задачи исследовательского характера; – разрабатывать методы и методики анализа экологических систем, возникающих в прикладных исследованиях; – использовать компьютерные технологии при анализе экологических систем; – планировать научно-исследовательскую деятельность в области моделирования экологических процессов и систем
Владеть	– способностью анализировать риски при моделировании экологических процессов и систем; – методикой проведения научных исследований; – математическими, статистическими и количественными методами анализа практических задач

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Вид учебной работы	Всего часов (семестр 3)
Контактная работа, в том числе:	**14,2**
Аудиторные занятия (всего)	**14**
Занятия лекционного типа	–
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	–
Лабораторные занятия	14
Иная контактная работа:	0,2
Контроль самостоятельной работы (КСР)	–
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:	57,8
Выполнение индивидуальных заданий	34
Проработка учебного (теоретического) материала	23,8
Общая трудоемкость час.	**72**
в том числе контактная работа	**14,2**
зач. ед.	**2**

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

№	Наименование разделов	Количество часов		
		Всего	Аудиторная работа	Внеаудиторная работа
			ЛР	СРС
Математические модели переноса и рассеяния примеси в атмосфере				
1.	Закономерности распространения загрязняющих веществ в атмосфере. Полуэмперическое уравнение турбулентной диффузии	4	–	4
Аналитические методы решения краевых задач в математической модели турбулентной диффузии при постоянной скорости ветра				
2	Основные предложения и соотношения	6	–	6
3	Мгновенные точечные источники	6	2	4
4	Диффузия различных примесей (легкой, тяжелой примесей и частиц примеси среднего размера). Граничные условия	6	2	4
5	Гауссово приближение решения полуэмперического уравнения турбулентной диффузии	6	–	6
6	Применение метода преобразования координат для решения полуэмпирического уравнения турбулентной диффузии	6	–	6
Численные методы решения задач рассеяния и переноса				
7	Конечно-разностные аппроксимации	6	–	6
8	Методы расщепления (по координатам и по физическим процессам)	6	2	4
Клеточно-автоматное моделирование диффузии				

№	Наименование разделов	Количество часов		
		Всего	Аудиторная работа	Внеаудиторная работа
			ЛР	СРС
9	Основные понятия и определение теории клеточных автоматов	6	2	4
10	Модели наивной диффузии и диффузии с окрестностью Марголуса	6	2	4
11	КА моделирование ветра, реакционных процессов и огибания препятствий	10	2	8
12	Обзор изученного материала и проведение зачета	3,8	2	1,8
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	–	–
Итого:		**72**	**14**	**57,8**

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

Учебный план не предусматривает занятий лекционного типа.

2.3.2 Занятия семинарского типа

Учебный план не предусматривает занятий семинарского типа.

2.3.3 Лабораторные занятия

№ работы	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	Моделирование мгновенных точечных источников	Отчет по ЛР
2	4	Диффузия различных примесей (легкой, тяжелой примесей и частиц примеси среднего размера). Граничные условия	Отчет по ЛР
3	8	Методы расщепления (по координатам и по физическим процессам)	Отчет по ЛР
4	9	Основные понятия и определение теории клеточных автоматов	Отчет по ЛР
5	10	Модели наивной диффузии и диффузии с окрестностью Марголуса	Отчет по ЛР
6	11	КА моделирование ветра, реакционных процессов и огибания препятствий	Отчет по ЛР
7	12	Итоговое занятие	Зачет

Примерные задания на лабораторные работы

Работа 1. Моделирование мгновенных точечных источников

Примеры заданий:

1) Моделирование точечного постоянно действующего источника загрязнений.
2) Моделирование точечного периодически действующего источника загрязнений.
3) Моделирование разового выброса.
4) Моделирование движущегося источника загрязнений.

Работа 2. Диффузия различных примесей (легкой, тяжелой примесей и частиц примеси среднего размера). Граничные условия.

Примеры заданий:

1) Построение модели распространения различных типов примеси для случая, когда на границе задано значение искомой функции.

2) Построение модели распространения различных типов примеси для случая, когда на границе задана нормальная производная искомой функции.

Работа 3. Методы расщепления

Примеры заданий:

1) Построение схемы расщепления по координатам для двумерного уравнения переноса и диффузии.

2) Построение схемы расщепления по физическим процессам одномерного уравнения переноса и диффузии.

3) Построение схемы расщепления по физическим процессам уравнения миграции примеси с учетом адвекции и естественной деградации.

Работа 4. Основные понятия и определение теории клеточных автоматов.

Примеры индивидуальных заданий:

1) Клеточный автомат, реализующий «Игру Жизнь», и его программное воплощение.

2) Клеточный автомат, моделирующий процесс разделения фаз, и его программная реализация.

3) Клеточный автомат, моделирующий движение солитонов в одномерном пространстве, и его программная реализация.

Работа 5. Модели наивной диффузии и диффузии с окрестностью Марголуса

Примеры заданий:

1) Клеточный автомат, моделирующий одномерную диффузию.

2) Двумерная КА модель наивной диффузии.

3) Двумерная КА модель диффузии с окрестностью Марголуса.

Работа 6. КА моделирование ветра, реакционных процессов и огибания препятствий.

Примеры заданий:

1) КА моделирование процесса переноса примесей.

2) КА моделирование процессов взаимодействия различных примесей (образование нового вещества, поглощение, деградация).

3) КА модели диффузии и переноса при наличии препятствий.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые проекты или работы: *не предусмотрены*

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Решение индивидуальных заданий	1. Жданов В.М. Физико-химические процессы в газовой динамике. Справочник. Т.3. Модели процессов молекулярного переноса в физико-химической газодинамике В.М. Жданов, В.С. Галкин, О.А. Гордеев [и др.]. М.: Физматлит, 2012. 283 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=61920 2. Математические модели и вычислительный эксперимент в проблеме контроля и прогноза экологического состояния атмосферы / В.И. Наац, И.Э. Наац, Р.А. Рыскаленко, Е.П. Ярцева. Ставрополь: СКФУ, 2016. 376 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467018.
2	Подготовка к текущему контролю	1. Пискунов, В.Н. Динамика аэрозолей. М.: Физматлит, 2010. 296 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/59594.

		2. Методические указания по организации и выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры математического моделирования факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол № 10 от 30.03.2018

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.

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.

3. Образовательные технологии.

С точки зрения применяемых методов используются как традиционные информационно-объяснительные лекции, так и интерактивная подача материала с мультимедийной системой. Компьютерные технологии в данном случае обеспечивают возможность разнопланового отображения алгоритмов и демонстрационного материала. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии		Общее количество часов
3	ЛР	Работа в группах. Обсуждение сложных и дискуссионных вопросов.		4
		№	Тема	количество часов
		1	Основные понятия и определение теории клеточных автоматов	2
		2	Модели наивной диффузии и диффузии с окрестностью Марголуса	2
Итого:				4

Цель ***лабораторного занятия*** – научить применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах, при этом практикуется работа в группах.

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать навыки поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и лабораторных занятий.

Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что каждая конкретная задача при своем исследовании имеет несколько подходов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Групповые индивидуальные задания формируют навыки исследовательской работы в коллективе.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций. Самостоятельная работа студентов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля (см. список лабораторных работ, задач и вопросов) и итоговой аттестации (зачета).

В качестве оценочных средств, используемых для текущего контроля успеваемости, предлагается перечень вопросов, которые прорабатываются в процессе освоения курса. Данный перечень охватывает все основные разделы курса, включая знания, получаемые во время самостоятельной работы. Кроме того, важным элементом технологии является самостоятельное решение студентами и сдача заданий. Это полностью индивидуальная форма обучения. Студент рассказывает свое решение преподавателю, отвечает на дополнительные вопросы.

Оценка успеваемости осуществляется по результатам: самостоятельного выполнения лабораторных работ, устного опроса при сдаче выполненных самостоятельных заданий, индивидуальных лабораторных заданий, Проверка индивидуальных заданий и устный опрос по их результатам позволяет проверить компетенции ОПК-5, ПК-5.

Примерный перечень зачетных вопросов

1. Математические модели переноса и рассеяния примеси в атмосфере Закономерности распространения загрязняющих веществ в атмосфере
2. Полуэмперическое управление турбулентной диффузии
3. Аналитические методы решения краевых задач в математической модели турбулентной диффузии при постоянной скорости ветра. Основные предложения и соотношения.
4. Мгновенные точечные источники.
5. Диффузия легкой примеси.
6. Диффузия тяжелой примеси
7. Диффузия частиц примеси среднего размера.
8. Гауссово приближение решения полуэмперического уравнения турбулентной диффузии.
9. Применение метода преобразования координат для решения полуэмперического уравнения турбулентной диффузии.
10. Аналитические методы в задаче расщепления полуэмпирического уравнения турбулентной диффузии.
11. Разностные схемы для одномерного уравнения теплопроводности (диффузии).
12. Разностная схема Кранка-Николсона.
13. Явная разностная схема для двумерного уравнения теплопроводности (диффузии), порядок аппроксимации, условия сходимости, оценка времени счета.
14. Неявная разностная схема для двумерного уравнения теплопроводности (диффузии), порядок аппроксимации, условия сходимости, оценка времени счета.
15. Методы расщепления по координатам, порядок аппроксимации, условия сходимости, оценка времени счета.
16. Методы расщепления по физическим процессам, порядок аппроксимации, условия сходимости, оценка времени счета.
17. Основные понятия и определение теории клеточных автоматов.
18. Клеточные автоматы, реализующие диффузию.
19. КА модели переноса и реакций примесей.

Примерные задания для самостоятельной работы

1. Создать программу, реализующую двумерный КА наивной диффузии, выполнить осреднение. Произвести расчеты для различных типов краевых условий, построить графики распределения концентрации примесей в различные моменты времени.
2. Создать программу, реализующую КА с окрестностью Морголуса, выполнить осреднение. Произвести расчеты для различных типов краевых условий, построить графики распределения концентрации примесей в различные моменты времени.
3. Решение краевой задачи для двумерного уравнения диффузии с учетом естественной деградации и осаждения примеси методом конечных разностей. Применить метод расщепления по пространственным переменным. Источник примеси – точечный, периодически действующий.
4. Решение краевой задачи для двумерного уравнения диффузии с учетом переноса и осаждения примеси методом конечных разностей. Применить метод расщепления по физическим процессам. Источник примеси – точечный, постоянно действующий, движущийся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1 Основная литература:

1. Пискунов, В.Н. Динамика аэрозолей. М.: Физматлит, 2010. 296 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/59594.
2. Математические модели и вычислительный эксперимент в проблеме контроля и прогноза экологического состояния атмосферы / В.И. Наац и др. Ставрополь: СКФУ, 2016. 376 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467018.

5.2 Дополнительная литература:

1 Математическое моделирование экологических процессов распространения загрязняющих веществ : учебное пособие для студентов вузов / В. А. Бабешко и др; М-во образования и науки Рос. Федерации; Кубанский гос. ун-т. – Краснодар: [Кубанский гос. ун-т], 2009. – 138 с.
2. Алоян, А. Е. Моделирование динамики и кинетики газовых примесей и аэрозолей в атмосфере. / А. Е. Алоян – М.: Наука, 2008. – 415 с.
4. Кудряшов, А.Н. Клеточный автомат для моделирования загрязнения атмосферы в результате аварийного выброса / А.Н. Кудряшов, С.П. Дударов // Успехи в химии и химической технологии – 2011. №1(117) том 25.– С 47-51. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/journalArticle/166821
5. Кудряшов, А.Н., Моделирование рассеяния примеси в атмосфере с использованием нечеткого клеточного автомата / А.Н. Кудряшов, С.П. Дударов // Успехи в химии и химической технологии – 2012. №1(130) том 26. – С 24-28. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/journalArticle/167242
6. Лиманова, Н.И. Журавлев Е.Ю., Мизамова Г.Н. Разработка и исследование пространственных моделей клеточных автоматов / Н.И. Лиманова, Е.Ю. Журавлев, Г.Н. Мизамова // Ғылым және білім / Наука и образование – 2013г. №4. – С 101-106. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/journalArticle/167242
7. Исследование возможности анализа напряженно-деформированного состояния на клеточных автоматах / Рубин Г.Ш. и др. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Металлургия – 2012. №39. – С 114-117. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/journalArticle/264567

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронный справочник «Информио» для высших учебных заведений (www.informuo.ru);
2. Бесплатная электронная библиотека онлайн «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» // http://window.edu.ru/;
3. Российское образование. Федеральный образовательный портал. //http://www.edu.ru/.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций. Самостоятельная работа студентов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе, решение задач и подготовка расчетного задания.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля (см. список лабораторных работ, примерные задания для самостоятельной работы, список зачетных вопросов) и итоговой аттестации (зачета).

В качестве оценочных средств, используемых для текущего контроля успеваемости, предлагается перечень вопросов, которые прорабатываются в процессе освоения курса. Данный перечень охватывает все основные разделы курса, включая знания, получаемые во время самостоятельной работы. Важным элементом технологии является самостоятельное решение студентами и сдача заданий. Это полностью индивидуальная форма обучения. Студент рассказывает свое решение преподавателю, отвечает на дополнительные вопросы. Кроме того, студентом выполняется и представляется индивидуальное расчетное задание.

Оценка успеваемости осуществляется по результатам: самостоятельного выполнения лабораторных работ, устного опроса при сдаче выполненных самостоятельных заданий, расчетного задания, ответа на зачете (для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины). Проверка индивидуальных заданий и устный опрос по их результатам позволяет проверить компетенции ОПК-5, ПК-5. Существенным элементом образовательных технологий является не только умение студента найти решение поставленной задачи, но и донести его до всей аудитории. Защита расчетного задания проводится в виде представления результатов (средствами MS Office) и их обсуждения и служит контролем для проверки ПК-5.

В рамках самостоятельной работы студент готовит расчетную работу. Каждый студент выполняет работу по одной теме (см. примерные задания для самостоятельной работы). Отчет по работе выполняют на листах формата А4. Страницы текста, рисунки, формулы нумеруют, рисунки снабжают подрисуночными надписями. Текст следует печатать шрифтом №14 с интервалом между строками в 1,5 интервала, без недопустимых сокращений. В конце отчета должны быть сделаны выводы. Отчет должен быть подписан магистрантом с указанием даты его оформления. Отчеты, выполненные без соблюдения перечисленных требований, возвращаются на доработку.

Выполненная магистрантом работа предъявляется на зачете, где происходит ее защита.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1 Перечень информационных технологий

- Проверка индивидуальных заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций при защите индивидуальных заданий.

– Использование математических пакетов при проведении самостоятельной работы и лабораторных занятий.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Операционная система MS Windows.
2. Интегрированное офисное приложение MS Office.
3. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет.
4. Математические пакеты Maple и Matlab

8.3 Перечень информационных справочных систем:

– Портал Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://www.gost.ru;

– Электронная библиотечная система "Юрайт" (http://www.biblio-online.ru).

– Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE" (http://www.biblioclub.ru).

– Электронная библиотечная система издательства "Лань" (http://e.lanbook.com).

– База данных Научной электронный библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/

– База данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) РАН http://www2.viniti.ru/

– Базы данных и аналитические публикации «Университетская информационная система РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru/

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
1.	Лабораторные занятия	Компьютерный класс, укомплектованный компьютерами с лицензионным программным обеспечением, необходимой мебелью (доска, столы, стулья). (Аудитории: 101, 102, 106, 106а, 105/1, 107(2), 107(3), 107(5), А301).
2.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория для семинарских занятий, укомплектованная компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет, необходимой мебелью (доска, столы, стулья). (Аудитории: 129, 131).
3.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131, 133, А305, А307, 147, 148, 149, 150, 100С, А301б, А512), компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет (106, 106а, А301)
4.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения, обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, необходимой мебелью (доска, столы, стулья). (Аудитории: 102-А, читальный зал).

Осуществление учебного процесса предполагает наличие необходимого для реализации данной программы перечня материально-технического обеспечения: аудитории, оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций (цифровой проектор, экран, ноутбук) и необходимой мебелью (доска, столы, стулья);

компьютерные классы с компьютерной техникой с лицензионным программным обеспечением и необходимой мебелью (доска, столы, стулья) для проведения занятий.

Компьютерная поддержка учебного процесса по направлению 01.04.02 Прикладная математика и информатика обеспечивается по всем дисциплинам. Факультет компьютерных технологий и прикладной математики, оснащен компьютерными классами, установлена локальная сеть, все компьютеры факультета подключены к сети Интернет. Преподаватели и студенты вуза имеют постоянный доступ к электронному каталогу учебной, методической, научной литературе, периодическим изданиям и архиву статей.