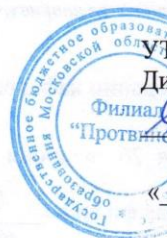


Государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования Московской области  
«Университет «Дубна»  
(государственный университет «Дубна»)

Филиал «Протвино»  
Кафедра «Техническая физика»



УТВЕРЖДАЮ

Директор

Филиал  
«Протвино»

подпись

/Евсиков А.А./

Фамилия И.О.

« 28 »

06

2020 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Численные методы и математическое моделирование

*наименование дисциплины (модуля)*

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

*код и наименование направления подготовки (специальности)*

Уровень высшего образования

бакалавриат

*бакалавриат, магистратура, специалитет*

Направленность (профиль) программы (специализация)

«Медицинская физика»

Форма обучения

очная

*очная, очно-заочная, заочная*

Протвино, 2020

Преподаватель (преподаватели):

Соколов А.А., профессор, д.ф.-м.н., снс, кафедра технической физики

\_\_\_\_\_  
*Фамилия И.О., должность, ученая степень, ученое звание, кафедра; подпись*



Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) высшего образования

03.03.02 Физика

\_\_\_\_\_  
*(код и наименование направления подготовки (специальности))*

Программа рассмотрена на заседании кафедры технической физики

*(название кафедры)*

Протокол заседания № 3 от « 26 » июня 2020 г.

И.о. зав. кафедрой «Техническая физика»

\_\_\_\_\_  
*(Фамилия И.О., подпись)*

Соколов А.А.

Эксперт \_\_\_\_\_

*(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность; подпись, заверенная по месту работы)*

## Оглавление

1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля) .....	4
2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля) .....	4
3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП .....	4
4 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).....	4
5 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 .....	7
6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий .....	7
7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю) .....	10
8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения.....	11
9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).....	11
10 Ресурсное обеспечение .....	24
11 Язык преподавания .....	27

### 1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью курса «Численные методы и математическое моделирование» является изучение наиболее распространенных методов приближенных вычислений. В большинстве случаев для решения подобных задач уже существуют готовые программные комплексы. Однако, студенты должны иметь ясное представление об основных методах приближенных вычислений и границах их применимости. Это позволит, во-первых, выбирать подходящую для решения конкретной задачи программу, а во-вторых, правильно интерпретировать получаемые результаты.

### 2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)

Объектами профессиональной деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля) являются:

- физические системы различного масштаба и уровней организации, процессы их функционирования;
- физические, инженерно-физические, биофизические, химико-физические, медико-физические, природоохранные технологии.

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.Б.10.2 «Численные методы и математическое моделирование» входит в состав обязательных дисциплин базовой части блока дисциплин учебного плана. Изучается в IV семестре II курса (экзамен, курсовая работа) и V семестре III курса (экзамен, курсовая работа).

Приступая к изучению дисциплины, студенты должны иметь твердые знания по предметам «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Дифференциальные уравнения», а также предполагается знание основ программирования на C++.

После освоения дисциплины студент будет подготовлен к изучению обязательных дисциплин вариативной части блока дисциплин учебного плана.

Освоение материала дисциплины позволит студенту быть подготовленным к подготовке и защите выпускной квалификационной работы и последующей профессиональной деятельности.

### 4 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

*Раздел заполняется в соответствии с картами компетенций.*

<b>Формируемые компетенции</b> <i>(код компетенции, уровень (этап) освоения)</i> <i>(последний – при наличии в карте компетенции)</i>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций</b>
<i>ОПК-4 – способность понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, I уровень (пороговый)</i>	<i>Знать</i> <ul style="list-style-type: none"><li>– информационные источники поиска, сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования</li></ul> <i>Уметь</i> <sup>*)</sup> <ul style="list-style-type: none"><li>– подготавливать обзоры, отчеты и научные публикации в соответствии с утвержденной нормативной базой;</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- пользоваться информационными базами данных и электронными библиотеками при анализе задач в своей профессиональной области и в смежных областях</li> </ul> <p><i>Владеть</i> *)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- владеть способами обеспечения информационной безопасности при работе с информацией ограниченного распространения</li> </ul>
<p><i>ОПК-5 – способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией</i></p>	<p><i>Знать</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знать принципиальное устройство компьютера, понимать его блочную структуру, базовые принципы его работы, знать один язык программирования;</li> <li>- возможности математического пакета аналитических вычислений для теоретических расчетов и обработки экспериментальных результатов при исследовании конкретных физических проблем</li> </ul> <p><i>Уметь</i> *)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уметь провести коррекцию изображения с дефектами, нарисовать с помощью графического редактора схему эксперимента или исследовательской установки;</li> <li>- устанавливать сложное (и/или оригинальное) программное обеспечение для переработки информации, полученной в физических исследованиях при решении задач профессиональной деятельности;</li> <li>- уметь соотносить возможности программного обеспечения с целями поставленной задачи профессиональной деятельности;</li> <li>- решать системы алгебраических и дифференциальных уравнений с помощью математических пакетных программ при обработке результатов физических измерений;</li> <li>- рисовать сложные графики с помощью профессиональных математических пакетов и программ построения графиков</li> </ul> <p><i>Владеть</i> *)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- базовыми навыками работы с компьютером, как основным средством сохранения и переработки информации по дисциплинам общей и прикладной физики;</li> <li>- владеть приемами поиска информации на сайтах научных журналов;</li> <li>- владеть основами пользования офисными программными пакетами и программами обработки растровой и векторной графики;</li> <li>- навыками проведения расчетов с помощью специализированного математического пакета программ аналитических вычислений;</li> <li>- иметь опыт работы с современным профессиональным программным обеспечением, позволяющим выполнить расчет моделей приборов, используемых в медицине;</li> <li>- методами обработки массивов данных с использованием инструментария</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>универсальных математических пакетов;</li> <li>– освоить методики символьного и численного интегрирования и дифференцирования при помощи математических пакетов;</li> <li>– навыками разработки программ на языке программирования, владеть на базовом уровне языком объектно-ориентированного программирования</li> </ul>
<p><i>ОПК-6 – способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности, I уровень (пороговый)</i></p>	<p><i>Знать</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности;</li> <li>– основы информационных технологий, основные возможности и правила работы со стандартными программными продуктами при решении профессиональных задач</li> </ul> <p><i>Уметь</i> *)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить первичный поиск информации для решения профессиональных задач;</li> <li>– применять стандартное программное обеспечение для решения общефизических и прикладных физических задач, при подготовке научных публикаций и устных докладов</li> </ul> <p><i>Владеть</i> *)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с научными и образовательными порталами;</li> <li>– базовыми навыками применения стандартного программного обеспечения для обработки результатов исследований и представления их научному сообществу</li> </ul>
<p><i>ПК-2 – способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта, I уровень (пороговый)</i></p>	<p><i>Знать</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретические основы и базовые представления научного исследования в выбранной области фундаментальной и(или) экспериментальной физики;</li> <li>– основные современные методы расчета объекта научного исследования, использующие передовые инфокоммуникационные технологии</li> </ul> <p><i>Уметь</i>*)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить научные изыскания в избранной области экспериментальных и(или) теоретических физических исследований;</li> <li>– оценивать изменения в выбранной области в связи с новыми разработками, полученными по различным тематикам исследований</li> </ul> <p><i>Владеть</i>*)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами работы в различных операционных системах, с базами данных, с экспертными системами;</li> <li>– прикладными программами для изучения различных физических процессов в электронных устройствах и биологических объектах;</li> <li>– необходимой информацией из современных отечественных и зарубежных источников в избранной области исследования</li> </ul>

\*) результат обучения сформулирован на основании требований профессиональных стандартов:

- «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам» № 32 (приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. № 121н);
- «Специалист в области рентгенологии», проект профессионального стандарта.

**5 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**

Объем дисциплины (модуля) составляет 7 зачетных единиц, всего 252 часа, из которых:

**102 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем:**

51 час – лекционные занятия;

51 час – практические занятия.

2 часа – курсовые работы.

**27 часов – мероприятия промежуточной аттестации (экзамен).**

**121 час составляет самостоятельная работа обучающегося.**

**6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий**

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе:										
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них								Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них		
		Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.
<b>IV семестр</b>												
1. Цель и значение математического моделирования и оптимизации. Определение и классификация моделей. Основные этапы математического моделирования		2								2		
2. Погрешности. Вычисление значений простейших функций		1		1						2		
3. Поиск корней нелинейных уравнений		3		3						6		
4. Вычисление определенных интегралов		3		3						6		
5. Задачи линейной алгебры		3		3						6		
6. Способы генерации псевдослучайных чисел на ЭВМ. Метод Монте-Карло		3		3						6		
7. Интерполяция и приближение функций. Интерполяционные полиномы. Наилучшее приближение. Сплайн интерполяция		2		2						4		
8. Поиск параметров эмпирических формул методом наименьших квадратов. Линейная регрессия. Нелинейная регрессия		1		1						2		
9. Методы принятия решений. Линейное программирование. Симплекс-метод оптимизации многомерных задач		4		4						8		
10. Нелинейное программирование. Поисковый эксперимент		4		4						8		



11. Задача Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений		4		4					8			
12. Быстрое преобразование Фурье		4		6					10		48	48
Промежуточная аттестация <u>курсовая работа/экзамен</u>	1/27											
<b>Итого</b>		34		34					68		48	48
<b>V семестр</b>												
13. Определение и назначение моделирования		1		1					2			
14. Классификация математических моделей		1		1					2			
15. Этапы построения математической модели		3		3					6			
16. Структурное моделирование		3		3					6			
17. Моделирование в условиях неопределенности		3		3					6			
18. Моделирование с использованием имитационного подхода		3		3					6			
19. Информационные технологии в моделировании		2		2					4			
20. Примеры математического моделирования в физике		1		1					2		73	73
Промежуточная аттестация <u>курсовая работа/зачет с оценкой</u>	1											
<b>Итого</b>		17		17					68		73	73

**7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)**

**Методические указания к практическим занятиям**

**IV семестр**

Тематика практических задач и задач, предлагаемых для самостоятельного решения:

1. Вычисление абсолютной и относительной погрешность вычисления функции нескольких переменных.
2. Поиск корней нелинейных уравнений.
3. Вычисление определенных интегралов.
4. Решение системы линейных уравнений.
5. Интерполяция и приближение функций.
6. Линейная регрессия.
7. Симплекс-метод оптимизации многомерных задач.
8. Оптимизация унимодальных одномерных целевых функций.
9. Численные методы решения задачи Коши ОДУ первого порядка.
10. Дискретное преобразование Фурье.

**V семестр**

Тематика практических задач и задач, предлагаемых для самостоятельного решения:

1. Выполните содержательную, концептуальную и математическую постановку для математической модели, описывающей взлет космического аппарата с Луны.
2. Постройте структурную модель автомобиля.
3. Какова вероятность того, что вторая карта, произвольно вытянутая из колоды (36 карт), побьет первую?
4. Один раз бросают две игральные кости. Случайная величина  $S$  – сумма выпавших очков. Определить математическое ожидание и дисперсию  $S$ .
5. Определить среднюю длину очереди в кассу магазина, если среднее время обслуживания одного покупателя составляет 0,3 мин. Поток покупателей близок к пуассоновскому с интенсивностью 3 покупателя в минуту. Сколько необходимо установить касс, если интенсивность потока возрастает в 5 раз? Средняя длина очереди при этом не должна превышать 10 человек.
6. Определить период пульсаций звезды (самогравитирующего газового шара) через систему определяющих параметров:  $M$  – массу звезды,  $R$  – радиус звезды,  $G$  - гравитационную постоянную.
7. Преобразование Фурье.
8. Выбрать, исходя из соображений пространственной или спектральной локализованности, тип анализирующего вейвлета для задачи: по электрокардиограмме требуется исследовать аритмию работы сердца, т.е. изучить вариации длительности отдельных импульсов и интервалов между ними.

**Методическое обеспечение инновационных форм учебных занятий**

Решение практических задач.

**Методические указания для самостоятельной работы обучающихся и прочее**

<i>№ п/п</i>	<i>№ раздела дисциплины</i>	<i>Содержание самостоятельной работы</i>	<i>Трудоемкость</i>
1	1-12	ПР-6.1. Курсовая работа по теме разделов 1-12	48
2	13-20	ПР-6.2. Курсовая работа по теме разделов 13-20	73

## 8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения

*Перечень обязательных видов учебной работы студента:*

- посещение лекционных занятий;
- ответы на теоретические вопросы на практических занятиях;
- решение практических задач и заданий на практических занятиях;
- выполнение устных сообщений

В случае использования инновационных форм проведения учебных занятий приводится перечень инновационных форм проведения учебных занятий (по видам учебных занятий).

*(сведения о наличии по дисциплине (модулю) инновационных форм проведения учебных занятий, о количестве часов по видам учебных занятий отражаются в учебном плане по образовательной программе)*

### Инновационные формы проведения учебных занятий

Семестр	Вид учебных занятий	Используемые инновационные формы проведения учебных занятий	Количество академ. часов
IV семестр	Практические занятия	Решение практических задач	7
V семестр	Практические занятия	Решение практических задач	7
Всего:			14

## 9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

ОПК-4 – способность понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности;

ОПК-5 – способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией;

ОПК-6 – способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

ПК-2 – способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта;

Полные карты компетенций ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-2 приведены в документе «Матрица формирования компетенций» по направлению бакалавриата 03.03.02 «Физика»

- Описание шкал оценивания.

При балльно-рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения.

По итогам работы в семестре студент может получить максимально **70** баллов. Итоговой формой контроля в IV семестре является экзамен. На экзамене студент может набрать максимально **30** баллов.

В течение IV семестра студент может заработать баллы за следующие виды работ:

№	Вид работы	Сумма баллов
1	Работа на практических занятиях	28
2	Сдача курсовой работы (ПР-6.1)	25
3	Аудиторные занятия (посещение)	17
	Итого:	70

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к экзамену.

Если студент к моменту окончания семестра набирает от **61** до **70** баллов, то он может получить автоматическую оценку «удовлетворительно». При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать экзамен.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к экзамену.

Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок

Общая сумма баллов за семестр	Итоговая оценка
86-100	Отлично
71-85	Хорошо
51-70	Допуск к экзамену
в том числе: 61-70	Возможность получения автоматической оценки «удовлетворительно»
51-60	Только допуск к экзамену
0-50	Неудовлетворительно (студент не допущен к экзамену)

Текущий контроль успеваемости осуществляется в процессе выполнения практических и самостоятельных работ в соответствии с ниже приведенным графиком.

График выполнения самостоятельных работ студентами во IV семестре

Виды работ	Недели учебного процесса																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПР-6.1				ВЗ											33		

ВЗ – выдача задания

33 – защита задания

По итогам работы в семестре студент может получить максимально **70** баллов. Итоговой формой контроля в V семестре является зачет с оценкой. Во время сдачи зачета студент может набрать максимально **30** баллов.

В течение V семестра студент может заработать баллы за следующие виды работ:

№	Вид работы	Сумма баллов
1	Работа на практических занятиях	28
2	Сдача курсовой работы (ПР-6.2)	25
3	Аудиторные занятия (посещение)	17
	Итого:	70

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к зачету.

Если студент к моменту окончания семестра набирает от **61** до **70** баллов, то он может получить автоматическую оценку «удовлетворительно». При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать экзамен.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к зачету.

Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок

Общая сумма баллов за семестр	Итоговая оценка
86-100	Отлично
71-85	Хорошо
51-70	Допуск к зачету
в том числе:	
61-70	Возможность получения автоматической оценки «удовлетворительно»
51-60	Только допуск к зачету
0-50	Неудовлетворительно (студент не допущен к зачету)

Текущий контроль успеваемости осуществляется в процессе выполнения практических и самостоятельных работ в соответствии с ниже приведенным графиком.

График выполнения самостоятельных работ студентами во V семестре

Виды работ	Недели учебного процесса																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПР-6.2					ВЗ											33	

ВЗ – выдача задания

33 – защита задания

- Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

Компетенции ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-2

*код и формулировка компетенции*

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	Уровень освоения компетенции	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания <i>(критерии берутся из соответствующих карт компетенций, шкала оценивания (4 или более шагов) устанавливается в зависимости от того, какая система оценивания (традиционная или балльно-рейтинговая) применяется)</i>					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
		1	2	3	4	5	
<b>31 (ОПК-4)</b> <b>Знать:</b> информационные источники поиска, сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования	I - пороговый	Отсутствие знаний	Фрагментарные (имеющие большие пробелы) знания информационных источников поиска, сбора, обработки, анализа и	Не полностью сформированные знания информационных источников поиска, сбора, обработки, анализа и систематизации	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания информационных источников поиска, сбора, обработки, анализа и	Знает и умеет использовать информационные источники поиска, сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме	<i>Устное собеседование</i>

			систематизации информации и по теме исследования	информации по теме исследования	систематизации информации по теме исследования	исследования	
<p><i>У1 (ОПК-4)</i> <b>Уметь:</b> подготавливать обзоры, отчеты и научные публикации в соответствии с утвержденной нормативной базой; пользоваться информационными базами данных и электронными библиотеками при анализе задач в своей профессиональной области и в смежных областях</p>	I - пороговый	Отсутствии умений	Частично освоенное умение подготавливать обзоры, отчеты и научные публикации в соответствии с утвержденной нормативной базой. Частично освоенное умение пользоваться информационными базами данных и электронными библиотеками при анализе задач в своей профессиональной области и в смежных областях	В целом успешно сформированное, но не системное (содержащее заметные пробелы) умение подготавливать обзоры, отчеты и научные публикации в соответствии с утвержденной нормативной базой. В целом успешно сформированное, но не системное (содержащее заметные пробелы) умение пользоваться информационными базами данных и электронными библиотеками при анализе задач в своей профессиональной области и в смежных областях	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение подготавливать обзоры, отчеты и научные публикации в соответствии с утвержденной нормативной базой. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение пользоваться информационными базами данных и электронными библиотеками при анализе задач в своей профессиональной области и в смежных областях	Полностью сформированное умение подготавливать обзоры, отчеты и научные публикации в соответствии с утвержденной нормативной базой. Полностью сформированное умение пользоваться информационными базами данных и электронными библиотеками при анализе задач в своей профессиональной области и в смежных областях	Выполнение практического задания
<p><i>В1 (ОПК-4)</i> <b>Владеть:</b> владеть способами обеспечения информационной безопасности при работе с информацией ограниченного распространения</p>	I - пороговый	Отсутствии владения	Фрагментарное применение способов обеспечения информационной безопасности при работе с информацией ограниченного	В целом успешное, но не систематическое применение способов обеспечения информационной безопасности при работе с информацией ограниченного	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение способов обеспечения информационной безопасности при работе с информацией ограниченного	Успешное и систематическое применение способов обеспечения информационной безопасности при работе с информацией ограниченного распространения	Выполнение практического задания

			распространения	распространения	распространения		
<p><b>31 (ОПК-5)</b> <b>Знать:</b> знать принципиальное устройство компьютера, понимать его блочную структуру, базовые принципы его работы, знать один язык программирования; возможности математического пакета аналитических вычислений для теоретических расчетов и обработки экспериментальных результатов при исследовании конкретных физических проблем</p>	I - пороговый	Отсутствие знаний	Не знает блочную структуру компьютера, принципы работы всех элементов его структуры. Не знает возможности и математического пакета аналитических вычислений, использует программу для некоторых расчетов	Имеет представление о структуре компьютера, но допускает неточности в описании работы его структурных элементов. Имеет представление об основных возможностях пакета аналитических вычислений, что позволяет использовать его для большого класса расчетов и для обработки экспериментальных данных	Знает, как устроен компьютер и как работают его блоки, имеет представление об устройстве языков программирования. Хорошо знает все возможности пакета аналитических вычислений, что позволяет использовать его для многочисленных расчетов и для успешной обработки экспериментальных данных	Имеет четкое представление об устройстве и работе компьютера и его отдельных блоков, знает на базовом уровне один язык программирования. Уверенно знает все возможности пакета аналитических вычислений, что позволяет использовать его для теоретических расчетов и для обработки данных физических исследований	<i>Устное собеседование</i>
<p><b>У1 (ОПК-5)</b> <b>Уметь:</b> уметь провести коррекцию изображения с дефектами, нарисовать с помощью графического редактора схему эксперимента или исследовательской установки; установить сложное (и/или оригинальное) программное обеспечение для переработки информации, полученной в</p>	I - пороговый	Отсутствие умений	Не умеет корректировать изображения с небольшим и дефектами. Не имеет опыта установки нового программного пакета в различные ОС компьютера, требуется поддержка и советы более опытного специалиста. Испытывает сложности в попытке соотносить	Умеет корректировать изображения с большим числом дефектов, но при этом допускает отдельные принципиальные ошибки. Умеет устанавливать некоторые сложные программные продукты в ОС компьютера, при возникновении затруднений в процессе установки обращается	Умеет корректировать графические файлы, хорошо рисует научно-технические схемы с помощью простых графических редакторов. Умеет при возникновении и затруднений в процессе инсталляции нового пакета обратиться за помощью к руководству или к поиску	Умеет обрабатывать графические файлы, умеет изменять форматы графических файлов с помощью редакторов, понимает цель такого изменения форматов, умеет создавать простую анимацию. Имеет достаточный опыт инсталляции нового программного обеспечения, чтобы избежать	<i>Выполнение практического задания</i>

физических исследованиях при решении задач профессиональной деятельности; уметь соотносить возможности программного обеспечения с целями поставленной задачи профессиональной деятельности			возможности программного обеспечения с целями поставленной задачи, связанные с недостаточным пониманием поставленной задачи или с незнанием всех возможностей программы	за помощью к другу (опытному специалисту). Не вполне уверенно умеет соотносить возможности программного обеспечения с целями поставленной задачи, допускает при этом ошибки в своей оценке возможностей программы и/или целеполагания	решения в сети Интернет. Умеет соотносить возможности программного обеспечения с целями поставленной задачи профессиональной деятельности, но допускает при этом принципиальные ошибки	затруднений в процессе установки программ. Хорошо умеет соотносить возможности программного обеспечения с целями поставленной задачи профессиональной деятельности	
<i>У2 (ОПК-5)</i> <b>Уметь:</b> решать системы алгебраических и дифференциальных уравнений с помощью математических пакетных программ при обработке результатов физических измерений; рисовать сложные графики с помощью профессиональных математических пакетов и программ построения графиков		Отсутствии умений	Не умеет решать простые системы алгебраических и дифференциальных уравнений с помощью математических пакетных программ, допускает ошибки в вычислениях. Не умеет рисовать графики высокой сложности	Умеет решать системы алгебраических и дифференциальных уравнений с помощью математических пакетных программ, допуская ошибки в отдельных случаях. Умеет рисовать графики высокой сложности с помощью программ графического построения с незначительными искажениями и ошибками	Умеет решать системы алгебраических и дифференциальных уравнений с помощью математических пакетных программ, иногда допуская незначительные ошибки. Умеет рисовать графики высокой сложности с помощью профессиональных математических пакетов и специализированных программ графического построения	Умеет уверенно решать системы алгебраических и дифференциальных уравнений с помощью математических пакетных программ при обработке результатов физических исследований. Уверенно и быстро рисует сложные графики с помощью профессиональных математических пакетов и специализированных программ графического построения	<i>Выполнение практического задания</i>
<i>В1 (ОПК-5)</i> <b>Владеть:</b> базовыми навыками работы с компьютером, как основным	I - пороговый	Отсутствии владения	Не владеет навыками поиска информации и с использованием электронных	Владеет навыками работы с компьютером с учетом знания безопасных методов	Владеет навыками самостоятельной и уверенной работы на компьютере, изредка	Владеет навыками уверенной работы на компьютере с текстовыми и графическим и	<i>Выполнение практического задания</i>



<p>средством сохранения и переработки информации по дисциплинам общей и прикладной физики; владеть приемами поиска информации на сайтах научных журналов; владеть основами пользования офисными программным и пакетами и программами обработки растровой и векторной графики; навыками проведения расчетов с помощью специализированного математического пакета программ аналитических вычислений; иметь опыт работы с современным профессиональным программным обеспечением, позволяющим выполнить расчет моделей приборов, используемых в медицине</p>			<p>х ресурсов; частично владеет основными графическими и текстовыми процессорами для переработки информации и для задач профессиональной деятельности. Не владеет навыками работы с пакетом аналитических вычислений, не представляет все возможности и программно пакета</p>	<p>получения и сохранения информации, однако, допускает ошибки при работе с текстовыми и графическим и программами. Способен работать с пакетом аналитических вычислений, но совершает много ошибок, требуется поддержка при работе со стороны более опытного специалиста</p>	<p>допускает небольшие ошибки при обработке графических файлов. Владеет основными принципами программирования в среде пакета аналитических вычислений, но при визуализации физических явлений и процессов с помощью встроенных графических функций пакета допускает ошибки, имеет ограниченный опыт работы с современным профессиональным программным обеспечением, позволяющим выполнить расчет моделей приборов, используемых в медицине</p>	<p>редакторами, может создать презентацию, вставлять математические формулы в документы Word, провести вычисления по формулам функциональной зависимости и нарисовать ее график в программе Excel. Владеет навыками программирования в среде пакета аналитических вычислений, представляет все возможности программного пакета, имеет опыт работы с современным профессиональным программным обеспечением, позволяющим выполнить расчет моделей приборов, используемых в медицине</p>	
<p><b>В2 (ОПК-5)</b> <b>Владеть:</b> методами обработки массивов данных с использованием инструментария универсальных</p>		<p>Отсутствие владения</p>	<p>Не владеет способами обработки данных с помощью математических пакетов, не освоил методики численного математического</p>	<p>Владеет способами обработки данных с помощью универсальных математических пакетов, освоил методики численного</p>	<p>Владеет способами обработки данных с помощью универсальных математических пакетов, освоил методики численного</p>	<p>Владеет способами обработки данных с помощью универсальных математических пакетов, хорошо освоил методики</p>	<p><i>Выполнение практического задания</i></p>

<p>х математических пакетов; освоить методики символьного и численного интегрирования и дифференцирования при помощи математических пакетов; навыками разработки программ на языке программирования, владеть на базовом уровне языком объектно-ориентированного программирования</p>			<p>ского анализа. Владеет на базовом уровне языком программирования, не владеет начальными навыками написания программы на этом языке</p>	<p>математического анализа, но допускает многочисленные ошибки при вычислениях. Владеет языком программирования, имеет навыки написания простых программ на этом языке, допускает ошибки при программировании</p>	<p>математического анализа, но допускает принципиальные ошибки при вычислениях. Владеет навыками разработки программ на языке программирования, умеет исправлять ошибки в программе, знаком со структурой и командами языка объектно-ориентированного программирования C++</p>	<p>символьного и численного математического анализа (интегрирование и дифференцирование). Уверенно владеет навыками разработки программ на языке программирования, владеет навыком создания простой программы на языке объектно-ориентированного программирования C++</p>	
<p><b>31 (ОПК-6)</b> <b>Знать:</b> основные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности; основы информационных технологий, основные возможности и правила работы со стандартными программными продуктами при решении профессиональных задач</p>	<p>I - пороговый</p>	<p>Отсутствие знаний</p>	<p>Не знает названия нескольких основных российских научных и образовательных порталов по общей и прикладной физике. Не знает устройство компьютера, назначение его основных рабочих узлов</p>	<p>Знает структуру и содержание основных российских научных и образовательных порталов по физике, но допускает отдельные неточности. Знает основные правила «компьютерной гигиены», требования информационной безопасности применительно к профессиональной сфере деятельности</p>	<p>Знает структуру и содержание основных российских научных и образовательных порталов по физике, знает правила составления поисковых запросов. Знает типы операционных систем и основные возможности Microsoft Office для решения задач профессиональной сферы деятельности</p>	<p>Знает структуру и содержание основных российских и международных научных и образовательных порталов по физике, правила составления поисковых запросов. Знает основные правила и приемы составления библиографических баз данных с использованием стандартного программного обеспечения</p>	<p><i>Устное собеседование</i></p>
<p><b>У1 (ОПК-6)</b> <b>Уметь:</b> проводить первичный поиск информации для решения</p>	<p>I - пороговый</p>	<p>Отсутствие умений</p>	<p>Испытывает затруднения в последовательности операций и составлении поискового</p>	<p>Умеет составить запрос для поиска необходимой научной и образовательной</p>	<p>Умеет корректно составить запрос для поиска информации по заданной теме на</p>	<p>Умеет находить общую информацию для решения профессиональных задач. Умеет ис-</p>	<p><i>Выполнение практического задания</i></p>

<p>профессиональных задач; применять стандартное программное обеспечение для решения общефизических и прикладных физических задач, при подготовке научных публикаций и устных докладов</p>			<p>запроса. Не умеет использовать отдельные функции наиболее распространенных программных продуктов при обработке экспериментальных данных и подготовке научных публикаций и докладов</p>	<p>информации после консультации со специалистом более высокой квалификации. Умеет использовать основные функции наиболее распространенных программных продуктов при обработке экспериментальных данных и подготовке научных публикаций и докладов</p>	<p>научных и образовательных порталах в сети Интернет. Умеет использовать стандартное программное обеспечение при обработке экспериментальных данных и подготовке научных публикаций и докладов</p>	<p>пользовать несколько программных продуктов для обработки экспериментальных данных и подготовки научных публикаций и докладов</p>	
<p><i><b>В1 (ОПК-6)</b></i> <i><b>Владеть:</b></i> навыками работы с научными и образовательными порталами; базовыми навыками применения стандартного программного обеспечения для обработки результатов исследований и представления их научному сообществу</p>	<p>I - пороговый</p>	<p>Отсутствия</p>	<p>Затрудняется в поиске профессиональной информации и в сети Интернет. Не способен использовать стандартное программное обеспечение для обработки результатов исследований и подготовки презентаций даже с непосредственной помощью сотрудника более высокой квалификации</p>	<p>Владеет начальными навыками работы с научными и образовательными порталами в Интернете. Владеет первичными навыками применения стандартных программ для обработки экспериментальных данных, набора текстов и построения простых графиков</p>	<p>Владеет навыками составления запросов для поиска необходимой информации на научных и образовательных порталах в сети Интернет. Владеет базовыми навыками применения стандартных программ для обработки экспериментальных данных, форматирования текстов, построения графиков и рисунков</p>	<p>Владеет навыками получения общей технической информации в сети Интернет на основе знания терминологии и различных разделов физики. Способен в сжатые сроки освоить новое программное обеспечение под руководством специалиста более высокой квалификации, способен подготовить тезисы доклада и презентацию по заданной теме при наличии шаблона</p>	<p><i>Выполнение практического задания</i></p>

<p><i>31 (ПК-2)</i> <b>Знать:</b> теоретические основы и базовые представления научного исследования в выбранной области фундаментальной и(или) экспериментальной физики; основные современные методы расчета объекта научного исследования, использующие передовые инфокоммуникационные технологии</p>	<p>I - пороговый</p>	<p>Отсутствии знаний</p>	<p>Не знает теоретические основы и базовые представления научного исследования в выбранной области фундаментальной и(или) экспериментальной физики; основные современные методы расчета объекта научного исследования, использующие передовые инфокоммуникационные технологии</p>	<p>Дает определения только основных понятий; воспроизводит основные физические факты, идеи; перечисляет основные теоремы, законы, постулаты и правила; знает основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике; делает ошибки при выводе и объяснении основных законов фундаментальной и экспериментальной физики</p>	<p>Знает основной теоретический материал; основной математический аппарат; техническую и научную терминологию; основные современные методы расчета объекта научного исследования; понимает связь между различными физическими понятиями; имеет представление о физических моделях; анализирует возможности методов, границы их применимости, возможные риски, степень надежности</p>	<p>Знает не только основную, но и дополнительный теоретический материал; математический аппарат; техническую и научную терминологию; основные современные методы расчета объекта научного исследования, использующие передовые инфокоммуникационные технологии; понимает широту и ограниченность применения физики к исследованию процессов и явлений в природе</p>	<p><i>Устное собеседование</i></p>
<p><i>У1 (ПК-2)</i> <b>Уметь:</b> проводить научные изыскания в избранной области экспериментальных и(или) теоретических физических исследований; оценивать изменения в выбранной области в связи с новыми разработками, полученными по различным тематикам исследований</p>	<p>I - пороговый</p>	<p>Отсутствии умений</p>	<p>Не умеет проводить научные изыскания в избранной области экспериментальных и(или) теоретических физических исследований; оценивать изменения в выбранной области в связи с новыми разработками, полученными по различным тематикам исследований</p>	<p>С помощью своего руководителя умеет подбирать и готовить для эксперимента необходимое оборудование и проводить на нем наблюдение за физическими процессами; умеет фиксировать происходящие во время проведения эксперимента изменения; не всегда находит требуемую для научного</p>	<p>Умеет самостоятельно подбирать и готовить для эксперимента необходимое оборудование; применять методы решения задач в незнакомых ситуациях; проводить решение физической задачи, используя современное ПО; оценивать его; устанавливать влияние различных факторов на</p>	<p>Умеет грамотно устанавливать прочные логические связи между физической интерпретацией и исходным нематематическим описанием жизненной ситуации; умеет уверенно применять методы математического моделирования для решения теоретических и прикладных задач; умеет самостоятельно про-</p>	<p><i>Выполнение практического задания</i></p>

				исследования информации; в случае ее обнаружения анализирует ее поверхностно; умеет воспроизводить только известные научные результаты под пристальным руководством	показатели качества эксперимента; строить зависимости; определять доверительные границы; устанавливать корреляционные связи; ориентироваться в информации, полученной из различных источников	водить наблюдение за физическими процессами; сопоставлять полученные результаты с уже известными; обобщать результаты; оценивать значимость и практическую пригодность полученных результатов	
<i><b>B1 (ПК-2)</b></i> <i><b>Владеть:</b></i> методами работы в различных операционных системах, с базами данных, с экспертными системами; прикладными программами для изучения различных физических процессов в электронных устройствах и биологических объектах; необходимой информацией из современных и зарубежных источников в избранной области исследования	I - пороговый	Отсутствие владения	Не владеет методами работы в различных операционных системах, с базами данных, с экспертными системами; прикладными программами для изучения различных физических процессов в электронных устройствах и биологических объектах; необходимой информацией из современных и зарубежных источников в избранной области исследования	Не уверенно владеет стандартным и методами работы с различными операционными системами, с базами данных и с экспертными системами; частично владеет приемами обработки информации с помощью современного программного обеспечения (ПО); способен интерпретировать только типичные явления; владеет терминологией предметной области знания; недостаточно владеет навыками библиографического поиска	Владеет разными способами сбора, обработки и представления теоретических и экспериментальных данных; критически осмысливает полученные знания; компетентен в различных ситуациях; владеет навыками библиографического поиска; самосовершенствуется, используя возможности информационной среды	Уверенно владеет методами работы в различных операционных системах, с базами данных, с экспертными системами; грамотно использует прикладные программы для накопления, обработки и интерпретации и данных, полученных в ходе проведения эксперимента; уверенно решает сложные задачи, используя современное ПО; способен корректно представить результат проведенных исследований с помощью современного ПО; свободно ориентируется в специализированной литературе и	<i>Выполнение практического задания</i>

						информации, полученной из различных источников	
--	--	--	--	--	--	---	--

- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

### Список вопросов к экзамену

1. Математическое моделирование, его преимущества перед реальным экспериментом.
2. Определение оптимизации.
3. Классификация математических моделей.
4. Погрешности. Погрешность исходных данных.
5. Основные источники возникновения погрешности.
6. Влияние конечной арифметики на достоверность результатов, получаемых при численном решении задачи.
7. Вычисление значений простейших функций. Абсолютная погрешность.
8. Относительная погрешность.
9. Абсолютная и относительная погрешность вычисления функции одной переменной.
10. Абсолютная и относительная погрешность вычисления функции нескольких переменных.
11. Задачи на уточнение корней уравнений.
12. Метод половинного деления (дихотомии).
13. Метод касательных.
14. Метод последовательных приближений.
15. Задача численного интегрирования.
16. Метод прямоугольников.
17. Метод трапеций.
18. Метод Симпсона (парабол).
19. Задача вычисления интеграла с заданной точностью.
20. Решение системы линейных уравнений.
21. Метод Гаусса. Алгоритм. Приведение системы линейных уравнений к треугольному виду. Обратный ход.
22. Определения случайных и псевдослучайных чисел.
23. Способы генерации псевдослучайных чисел на ЭВМ.
24. Метод Монте-Карло.
25. Интерполяция и приближение функций.
26. Линейная интерполяция.
27. Интерполяционные полиномы. Наилучшее приближение.
28. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
29. Сплайн интерполяция.
30. Поиск параметров эмпирических формул методом наименьших квадратов.
31. Линейная регрессия.
32. Нелинейная регрессия.
33. Методы принятия решений.
34. Постановка задач линейного программирования.
35. Методы решения задач линейного программирования.
36. Графический метод решения.
37. Аналитический симплекс-метод.

38. Симплекс таблица.
39. Метод искусственного базиса.
40. Оптимизация унимодальных одномерных целевых функций.
41. Оптимизация многоэкстремальных одномерных целевых функций.
42. Оптимизация унимодальных многомерных целевых функций.
43. Обыкновенное дифференциальное уравнения. Линейное дифференциальное уравнение. Численное решение дифференциального уравнения. Задача Коши.
44. Численные методы решения задачи Коши ОДУ первого порядка.
45. Метод Эйлера. Метод Гюна. Метод Рунге-Кутты. Точность методов.
46. Решение задачи Коши для систем дифференциальных уравнений 1-го порядка.
47. Применение методов для решения систем дифференциальных уравнений 1-го порядка.
48. Решение задачи Коши для дифференциальных уравнений второго и более высоких порядков.
49. Непрерывное преобразование Фурье.
50. Дискретное преобразование Фурье.
51. Быстрое преобразование Фурье алгоритмом БПФ с прореживанием по времени.
52. Быстрое преобразование Фурье алгоритм с прореживанием по частоте.
53. Сравнение алгоритмов БПФ с прореживанием по времени и частоте.

#### **Темы курсовых работ (ПР-6.1) IV семестр**

1. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.
2. Сплайн-аппроксимация.
3. Метод Фибоначчи. Метод "золотого сечения".
4. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
5. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
6. Методы отыскания решений систем нелинейных уравнений.
7. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений.
8. Поиск параметров эмпирических формул методом наименьших квадратов.
9. Одномерные задачи оптимизации.
10. Многомерные задачи оптимизации.
11. Задачи линейного программирования.
12. Преобразование Фурье.
13. Преобразование Лапласа.
14. Вейвлет Хаара.

#### **Список вопросов к зачету**

54. Что такое модель.
55. Классификация моделей.
56. Классификация математических моделей.
57. Обследование объекта моделирования.
58. Концептуальная постановка задачи моделирования.
59. Математическая постановка задачи моделирования.
60. Выбор и обоснование выбора метода решения задачи.
61. Проверка адекватности модели.
62. Практическое использование построенной модели и анализ результатов моделирования.
63. Что такое структурная модель.
64. Примеры структурных моделей.
65. Причины появления неопределенностей и их виды.
66. Моделирование в условиях стохастической неопределенности.
67. Моделирование марковских случайных процессов.
68. Особенности моделей, использующих имитационный подход.
69. Имитатор системы массового обслуживания.

70. Клеточные автоматы.
71. Решение задач математического моделирования с помощью электронных таблиц Excel.
72. Решение задач математического моделирования с помощью пакета Scicos.
73. Решение задач математической физики с использованием пакетов вычислительной математики.
74. Визуализация решения задач математической физики в пакете Scilab.
75. Решение волнового уравнения методом Фурье.
76. Решение волнового уравнения методом Даламбера.
77. Вейвлеты.
78. Вейвлет-анализ временных колебаний.
79. Нелинейные модели ДНК.

### **Темы курсовых работ (ПР-6.2) V семестр**

15. Моделирование кинематики и динамики и оптимизация пространственных механизмов.
16. Вариационные принципы и математические модели в механике.
17. Модели соперничества.
18. Динамика распределения власти в иерархии.
19. Поиск параметров эмпирических формул методом наименьших квадратов.
20. Построить структурную модель системы управления, которая реализована в нашем учебном заведении.
21. Вейвлеты.
22. Фракталы и их применение.
23. Преобразование Фурье.
24. Сравнение традиционных и быстрых методик записи спектров ЯМР.
25. Фурье методы формирования МРТ изображений.
26. Преобразование Лапласа.
27. Улучшение качества компьютерных томограмм (изображений полученных преобразованием Радона).
28. Вейвлет Хаара.
29. Конструирование новых адаптивных вейвлет-базисов для выделения главной части обрабатываемого сигнала (для максимального сжатия информации).
30. Разработать клеточный автомат «Дюны».
31. Разработать клеточный автомат «Термит».

- Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с «Положением балльно-рейтинговой системе оценки и текущем контроле успеваемости студентов», а также «Положением о промежуточной аттестации» университета «Дубна».

### **10 Ресурсное обеспечение**

- **Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

#### *Основная учебная литература*

1. Булавин Л.А. Компьютерное моделирование физических систем : Учебное пособие / Л. А. Булавин, Н. В. Выгорницкий, Н. И. Лебовка. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 352с. : ил. - ISBN 978-5-91559-101-0.
2. Вержбицкий В.М. Основы численных методов: Учебник для вузов.-М.: ВШ, 2-е изд., перераб. 2005. - 847с.



3. Численные методы : учебник и практикум для академического бакалавриата / У. Г. Пирумов [и др.]. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 421 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03141-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://biblio-online.ru/bcode/431961> (дата обращения: 14.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
4. Савенкова, Н. П. Численные методы в математическом моделировании : учеб. пособие / Н.П. Савенкова, О.Г. Проворова, А.Ю. Мокин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 176 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-101124-9. - Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com". - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=355668> (дата обращения: 08.06.2020). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

#### *Дополнительная учебная литература*

1. Буйначев, С.К. Применение численных методов в математическом моделировании : учебное пособие / С.К. Буйначев ; науч. ред. Ю.В. Песин – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. – 72 с. : ил. – ISBN 978-5-7996-1197-2. – Текст : электронный. // ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275957> (дата обращения: 08.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Поршнев С. Вычислительная математика. Курс лекций. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004. — 320 с.: ил.
3. Срочко В.А. Численные методы. Курс лекций : Учебное пособие / В.А. Срочко. - СПб. : Лань, 2010. - 208с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1014-9.
4. Фаддеев М.А. Основные методы вычислительной математики : Учебное пособие / М.А. Фаддеев, К.А. Марков. - СПб. : Лань, 2008. - 160с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0813-9.
5. Численные методы. Сборник задач: Учебное пособие./ В.Ю. Гидаспов, И.Э Иванов, Д.Л. Ревизников и др.; Под ред. У.Г. Пирумова. – М.: Дрофа, 2007. – 144 с.

#### • **Периодические издания**

1. Дискретный анализ и исследование операций: научный журнал / Учредители: Сибирское отделение РАН, Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН; гл. ред. В.Л. Береснев. – Журнал выходит 6 раз в год. - Основан в 1994 году. - ISSN 1560-7542. – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=25528](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=25528)
2. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: физика-математика: научный журнал / Учредитель: Московский государственный областной университет; гл. ред. Бугаев А.С. – М.:МГОУ. – Журнал выходит 6 раз в год. - Основан в 1998 году - ISSN 2310-7251. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=25657](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=25657)
3. Вестник Московского университета. Серия 1. Математика. Механика: научный журнал / Учредитель: МГУ им. М.В. Ломоносова; гл. ред. Чубариков В.Н. – М.: ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова – Журнал выходит 6 раз в год. - Основан в 1946 году. - ISSN 0579-9368. – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке в БД периодических изданий «East View»: <https://dlib.eastview.com/browse/publication/9045/udb/890>
4. Вестник Московского университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика: научный журнал / Учредитель: МГУ им. М.В. Ломоносова; гл. ред. академик РАН Моисеев Е.И. – М.: ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова – Журнал выходит 2 раза в

полуг. - Основан в 1977 году. – ISSN 0137-0782. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки

- **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**  
*Электронно-библиотечные системы и базы данных*

1. ЭБС «Znaniium.com»: <http://znaniium.com/>
2. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>
5. Научная электронная библиотека (ПУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ): <http://нэб.рф/>
7. Базы данных российских журналов компании «East View»: <https://dlib.eastview.com/>

*Научные поисковые системы*

1. Math-Net.Ru - современная информационная система, предоставляющая российским и зарубежным математикам различные возможности поиска информации о математической жизни в России – <http://www.mathnet.ru/>
2. Google Scholar - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций <https://scholar.google.ru/>
3. SciGuide - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>
4. ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>
5. WorldWideScience.org - глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам. <http://worldwidescience.org/>

*Профессиональные ресурсы сети «Интернет»*

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
2. Образовательный математический сайт EXPonenta.ru <https://exponenta.ru/>
3. Математический сайт Math.ru <http://math.ru/lib/>
4. Сайт РАН Институт Вычислительной математики. <http://www.inm.ras.ru/>

- **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости)**

Проведение лекционных занятий предполагает использование комплектов слайдов и программных презентаций по рассматриваемым темам.

Проведение практических занятий по дисциплине предполагается использование специализированных аудиторий, оснащенных персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть и имеющих доступ к ресурсам глобальной сети Интернет. Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а также в определенном порядке могут получать доступ к информационным ресурсам Интернета.

Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением, которое находится в свободном доступе (программы Open office, Scilab, свободная лицензия, код доступа не требуется).

- **Описание материально-технической базы**

Компьютерный класс.

Русский

## **11 Язык преподавания**