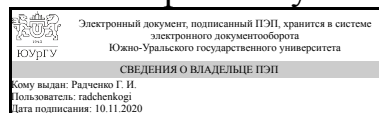


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Высшая школа электроники и  
компьютерных наук



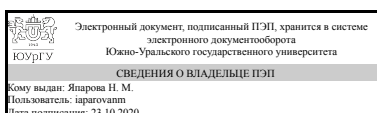
Г. И. Радченко

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины П.1.В.04 Математическое моделирование  
для направления 06.06.01 Биологические науки  
уровень аспирант тип программы  
направленность программы  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Вычислительная математика и высокопроизводительные  
вычисления**

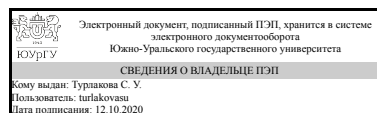
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, утверждённым приказом Минобрнауки от 30.07.2014 № 871

Зав.кафедрой разработчика,  
к.физ.-мат.н., доц.



Н. М. Япарова

Разработчик программы,  
к.физ.-мат.н., доцент



С. У. Турлакова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины «Математическое моделирование» является формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний в области математического моделирования. Задачи дисциплины: расширить представления о возможностях математического моделирования, классификации математических моделей и области их применимости; продемонстрировать, на какие принципиальные качественные вопросы может ответить математическая модель; выработать практические навыки декомпозиции, абстрагирования при решении задач в различных областях профессиональной деятельности.

## Краткое содержание дисциплины

Процессы и их свойства. Случайные системы. Модели информационных процессов. Статистическое моделирование систем. Модели физических процессов и систем. Математические модели в биологии. Модели экономических процессов.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)   | Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)  |
|---|---|
| ОПК-1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий | Знать: методы анализа и обработки исследовательских данных; требования к оформлению результатов научных исследований.   |
|   | Уметь: осуществлять библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий; решать научно-исследовательские задачи с использованием современных методов отрасли научного знания; использовать достижения смежных наук в своих исследованиях.   |
| УК-1 способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях                       | Владеть: современными методами сбора, обработки и использования научной информации по исследуемой проблеме; методами научного познания в самостоятельной научно-исследовательской деятельности навыками создания научного текста с учетом его формальных и содержательных характеристик по результатам самостоятельного исследования; применения современных информационных технологий при проведении научных исследований. |
|   | Знать: классификацию и типы математических моделей физических, биологических, химических, экономических и социальных явлений; базовые классические модели профессиональной деятельности; основные этапы в технологии построения математических моделей; основные математические методы, используемые при исследовании математических моделей; методы самоконтроля, используемые при построении математических моделей.      |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>Уметь: формировать систему рабочих гипотез (постулатов) модели и построить содержательную модель; уметь применять процедуру агрегирования при разработке сложных моделей; проводить оценку научной и практической значимости результатов научных исследований.</p>   |
|  | <p>Владеть: культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий; навыками построения математических моделей в сфере профессиональной деятельности; построения алгоритмов решения формализованных практических задач; использования современного прикладного программного обеспечения при исследовании математических моделей; навыками ведения научной дискуссии в соответствии с законами логики и правилами аргументирования.</p> |

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана  | Перечень последующих дисциплин, видов работ   |
|--|---|
| <p>П.1.В.01 Теория и методика профессионального образования,<br/>П.1.В.03 Статистическая обработка данных, стохастический анализ и планирование эксперимента</p> | <p>П.1.В.05 Методы оптимизации естественно-научных и технических задач,<br/>Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (8 семестр),<br/>Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (6 семестр),<br/>Научно-исследовательская деятельность (4 семестр),<br/>Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (5 семестр),<br/>Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (7 семестр)</p> |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина   | Требования  |
|--|---|
| <p>П.1.В.03 Статистическая обработка данных, стохастический анализ и планирование эксперимента</p> | <p>Для усвоения курса необходимо владеть навыками планирования экспериментов с использованием различных критериев, умениями выбирать необходимые факторы и составлять факторные планы экспериментов различного вида, проводить статистическую обработку и анализ полученных данных.</p> |
| <p>П.1.В.01 Теория и методика профессионального</p>  | <p>Для усвоения курса необходимо иметь</p>  |

|             |   |
|-------------|---|
| образования | представление о вопросах профессионального обучения, подготовки, переподготовки и повышения квалификации во всех видах и уровнях образовательных учреждений, предметных и отраслевых областях |
|-------------|---|

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

| Вид учебной работы  | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |  |
|---|-------------|------------------------------------|--|
|   |             | Номер семестра                     |  |
|   |             | 3                                  |  |
| Общая трудоёмкость дисциплины   | 108         | 108                                |  |
| <i>Аудиторные занятия:</i>  | 36          | 36                                 |  |
| Лекции (Л)  | 0           | 0                                  |  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)                                  | 36          | 36                                 |  |
| Лабораторные работы (ЛР)  | 0           | 0                                  |  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>   | 72          | 72                                 |  |
| Повторение ранее изученного материала   | 9           | 9                                  |  |
| Подготовка доклада и презентации  | 10          | 10                                 |  |
| Выполнение задач для самостоятельной работы, решаемых с использованием прикладного программного обеспечения | 16          | 16                                 |  |
| Выбор темы и подготовка реферата  | 10          | 10                                 |  |
| Подготовка к экзамену   | 27          | 27                                 |  |
| Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)  | -           | экзамен                            |  |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины     | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|--------------------------------------|---|---|----|----|
|           |                                      | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Процессы и их свойства               | 2   | 0 | 2  | 0  |
| 2         | Случайные системы                    | 2   | 0 | 2  | 0  |
| 3         | Модели информационных процессов      | 4   | 0 | 4  | 0  |
| 4         | Статистическое моделирование систем  | 4   | 0 | 4  | 0  |
| 5         | Модели физических процессов и систем | 8   | 0 | 8  | 0  |
| 6         | Математические модели в биологии     | 8   | 0 | 8  | 0  |
| 7         | Модели экономических процессов       | 8   | 0 | 8  | 0  |

##### 5.1. Лекции

Не предусмотрены

##### 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во |
|-----------|-----------|---|--------|
|-----------|-----------|---|--------|

|       |   |   | часов |
|-------|---|---|-------|
| 1     | 1 | Процессы и их свойства  | 2     |
| 2     | 2 | Случайные системы   | 2     |
| 3-4   | 3 | Модели информационных процессов   | 4     |
| 5-6   | 4 | Статистическое моделирование систем. Моделирование процессов с заданным законом распределения. Статистические испытания надежности систем | 4     |
| 7-8   | 5 | Модели физических процессов и систем. Уравнения движения, вариационные принципы и законы сохранения в механике                            | 4     |
| 9-10  | 5 | Модели физических процессов и систем. Моделирование датчиков при входном сигнале и аддитивном шуме  | 4     |
| 11-12 | 6 | Математические модели в биологии. Динамика биологических популяций. Логистическое уравнение. Модели сосуществования двух видов            | 4     |
| 13-14 | 6 | Математические модели в биологии. Межвидовая конкуренция. Взаимоотношения типа «хищник-жертва». Модель Лотки-Вольтерра и ее обобщения     | 4     |
| 15-16 | 7 | Модели экономических процессов. Модели экономического равновесия. Модели экономического роста. Конъюнктурные циклы в экономике            | 4     |
| 17-18 | 7 | Эконометрическое моделирование  | 4     |

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС  |  |              |
|---|--|--------------|
| Вид работы и содержание задания   | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)  | Кол-во часов |
| Повторение ранее изученного материала   | 1. ЭУМД, осн.лит. 1, гл.1, гл.8-10. 2. ПУМД, осн.лит. 1, гл.1  | 9            |
| Выполнение задач для самостоятельной работы, решаемых с использованием прикладного программного обеспечения | 1. ЭУМД, доп.лит. 4, гл.2-4, гл.6. 2. ЭУМД, осн.лит. 2, гл.10, с. 332-340. 3. ЭУМД, доп.лит. 3, гл. 11, с. 674-726. 4. ПУМД, доп.лит 1, гл.8 | 16           |
| Выбор темы и подготовка реферата  | 1. ЭУМД, метод.пособие, гл.2, с.58-171; 2. Отечественные и зарубежные журналы по дисциплине  | 10           |
| Подготовка доклада и презентации  | 1. ЭУМД, метод.пособие гл.2, с.58-171; 2. Отечественные и зарубежные журналы по дисциплине   | 10           |
| Подготовка к экзамену   | 1. ПУМД, осн.лит. 1, гл.1, гл.4-5. 2. ПУМД, осн.лит. 2, гл. 1, гл.7.   | 27           |

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

| Инновационные формы учебных занятий | Вид работы (Л, ПЗ, ЛР) | Краткое описание                         | Кол-во ауд. часов |
|-------------------------------------|------------------------|--|-------------------|
| подготовка и                        | Практические           | Целенаправленный, организованный процесс | 12                |

|  |                                 |  |   |
|--|---------------------------------|--|---|
| использование дистанционного курса по дисциплине в Электронном ЮУрГУ   | занятия и семинары              | взаимодействия студентов с преподавателем и между собой для работы в малых группах и выполнения домашних заданий с использованием корпоративной электронной почты и дистанционного курса ( <a href="http://edu.susu.ru/main/course/view.php?id=1869">http://edu.susu.ru/main/course/view.php?id=1869</a> ).<br>Размещение презентаций к занятиям, докладов аспирантов и последующее их обсуждение в виде форума, выполнение тестовых заданий, проверка и оценивание самостоятельно выполненных аспирантами заданий |   |
| консультирование обучающихся посредством программного пакета Skype и использование в этих целях социальных сетей | Практические занятия и семинары | консультирование обучающихся по подготовке доклада и реферата  | 4 |

### **Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе**

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Изучение опыта работы ЮУрГУ по созданию инновационных разработок в области исследования молекулярных механизмов стресса и разработке технологий производства продуктов функционального назначения для адаптационного питания.

### **7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

#### **7.1. Паспорт фонда оценочных средств**

| Наименование разделов дисциплины | Контролируемая компетенция ЗУНЫ   | Вид контроля (включая текущий)        | №№ заданий                                |
|----------------------------------|---|---------------------------------------|---|
| Все разделы                      | УК-1 способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях                       | проверка решения задач                | Задания по изучаемым темам 1-6            |
| Все разделы                      | ОПК-1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий | оценка доклада, презентации, реферата | подготовка доклада, презентации, реферата |
| Все разделы                      | УК-1 способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении  | промежуточная аттестация (экзамен)    | 1   |

|             |   |                                    |   |
|-------------|---|------------------------------------|---|
|             | исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях  |                                    |   |
| Все разделы | ОПК-1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий | промежуточная аттестация (экзамен) | 2 |

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

| Вид контроля                          | Процедуры проведения и оценивания  | Критерии оценивания  |
|---------------------------------------|--|--|
| проверка решения задач                | Проверка выполнения задач для самостоятельной работы, решаемых с использованием прикладного программного обеспечения (Matlab, MathCad и пр.) | <p>Зачтено: умение строить на основе описания ситуаций математические модели физических, биологических, химических, экономических и социальных явлений; базовые классические модели профессиональной деятельности; применять процедуру агрегирования при разработке сложных моделей; анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты; прогнозировать на основе стандартных математических моделей развитие процессов и явлений. Владение современными информационно-коммуникационными технологиями; навыками построения алгоритмов решения формализованных практических задач; использования современного прикладного программного обеспечения при исследовании математических моделей.</p> <p>Не зачтено: Невыполнение заданий для самостоятельной работы за семестр. Грубые ошибки при выполнении практических заданий и самостоятельной работы. Неумение выделить главное, сделать выводы и обобщения.</p> |
| оценка доклада, презентации, реферата | Оценивание доклада и участия в дискуссии; проверка оформления реферата   | <p>Отлично: умение представлять результаты аналитической и исследовательской работы в виде выступления, доклада, информационного обзора, аналитического отчета, статьи; формировать систему рабочих гипотез (постулатов) модели и построить содержательную модель; проводить оценку научной и практической значимости результатов научных исследований; осуществлять библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий; решать научно-исследовательские задачи с использованием современных методов</p>  |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   |   | <p>отрасли научного знания; использовать достижения смежных наук в своих исследованиях. Владение современными методами сбора, обработки и использования научной информации по исследуемой проблеме; методами научного познания в самостоятельной научно-исследовательской деятельности; навыками создания научного текста с учетом его формальных и содержательных характеристик по результатам самостоятельного исследования; применения современных информационных технологий при проведении научных исследований; навыками ведения научной дискуссии в соответствии с законами логики и правилами аргументирования.</p> <p>Хорошо: незначительные недочеты в оформлении презентации к докладу и реферата; недостаточно структурированный материал доклада; слабые навыки публичных выступлений.</p> <p>Удовлетворительно: неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении доклада, существенные недостатки в оформлении реферата</p> <p>Неудовлетворительно: непоследовательное, нелогичное изложение доклада, отсутствие ответов на поставленные вопросы или отсутствие навыка ведения научной дискуссии, существенные недостатки в оформлении реферата</p> |
| <p>промежуточная аттестация (экзамен)</p> | <p>Экзамен проводится в устно-письменной форме. Аспирант должен подготовить в течение 45 минут ответы на вопросы в выбранном билете. Оценка может быть выставлена по результатам письменного ответа при условии успешного прохождения всех контрольных точек, предусмотренных текущим контролем успеваемости.</p> | <p>Отлично: исчерпывающие, грамотные ответы на поставленные вопросы, владение навыками и приемами решения практических задач; точные, полные математические описания моделей, правильные преобразования и выкладки.</p> <p>Хорошо: владение необходимыми приемами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках.</p> <p>Удовлетворительно: знание только основного материала, неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала и трудности в выполнении практических заданий.</p> <p>Неудовлетворительно: ответ не по существу вопроса, ошибки, неправильные формулировки понятий, неуверенное, с</p>   |



|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | большими затруднениями решение практических задач. |
|--|--|--|

### 7.3. Типовые контрольные задания

| Вид контроля                          | Типовые контрольные задания   |
|---------------------------------------|---|
| проверка решения задач                | Список вопросов в приложении<br>Контрольные вопросы для текущего контроля.pdf   |
| оценка доклада, презентации, реферата | Практическая значимость представленных результатов.<br>Публикации докладчика по представленной теме.<br>Примерные темы докладов.pdf   |
| промежуточная аттестация (экзамен)    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия и принципы математического моделирования.</li> <li>2. Моделирование, как метод научного познания.</li> <li>3. Классификация моделей. Различные подходы к классификации.</li> <li>4. Предметная область и математический аппарат.</li> <li>5. Роль классификации в методологии математического моделирования.</li> <li>6. Этапы построения математической модели</li> <li>7. Функциональные и структурные модели.</li> <li>8. Различные подходы к выбору подсистем.</li> <li>9. Роль декомпозиции. Элементарный уровень декомпозиции и бесструктурные элементы.</li> <li>10. Модель черного ящика, системы типа «вход – выход».</li> <li>11. Связь структурных и функциональных моделей.</li> <li>12. Дискретные и непрерывные модели.</li> <li>13. Предельные переходы: континуализация и дискретизация моделей.</li> <li>14. Динамические и статические модели.</li> <li>15. Непрерывные динамические модели.</li> <li>16. Зависимость от предыстории, «память» системы, время релаксации.</li> <li>17. Квазистатическое приближение.</li> <li>18. Статические модели.</li> <li>19. Детерминированные и стохастические модели.</li> <li>20. Реальные системы, их модели и ограниченность детерминированного описания.</li> <li>21. Недоопределенные модели и стохастический метод описания.</li> <li>22. Модели случайных воздействий: винеровские процессы и белый шум</li> </ol> промежуточная аттестация.pdf |

### 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### Печатная учебно-методическая документация

а) *основная литература:*

Не предусмотрена

б) *дополнительная литература:*

Не предусмотрена

в) *отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. Вестник Южно-Уральского государственного университета.

Серия: Пищевые и биотехнологии / Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ

2. Реферативный журнал. Биология. 04. Раздел 04М. Физиология, морфология и цитология человека и животных [Текст] : свод. том / Рос. акад. наук, Всерос. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ)
3. Вестник ЮУрГУ. Серия: Математическое моделирование и программирование
4. Вестник ЮУрГУ. Серия: Математика. Механика. Физика.
5. Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика
6. IEEE transactions on biomedical engineering [Текст] : науч. журн. / IEEE, Bio-medical Engineering Group
7. Биомедицинские технологии и радиоэлектроника : науч.-прикладной журн. / ЗАО "Изд-во "Радиотехника"
8. Математическое моделирование : ежемес. журн. / Рос. акад. наук, Отд-ние мат. наук, Ин-т мат. моделирования РАН
9. Вестник ЮУрГУ. Серия: Компьютерные технологии, управление и радиоэлектроника

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания.pdf

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

2. Методические указания.pdf

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы            | Наименование разработки  | Наименование ресурса в электронной форме          | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---|---------------------------|--|---|---|
| 1 | Основная литература       | Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 584 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/4324">http://e.lanbook.com/book/4324</a> — Загл. с экрана.             | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный   |
| 2 | Дополнительная литература | Охорзин, В.А. Прикладная математика в системе MATHCAD. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 352 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/294">http://e.lanbook.com/book/294</a> — Загл. с экрана.                                | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный   |
| 3 | Дополнительная литература | Поршнева, С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. + CD. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 736 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/650">http://e.lanbook.com/book/650</a> — Загл. с экрана. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный   |

|   |  |  |   |                           |
|---|--|--|---|---------------------------|
| 4 | Дополнительная литература                                | Мелик-Гайказян, И.В. Методология моделирования нелинейной динамики сложных систем. [Электронный ресурс] / И.В. Мелик-Гайказян, М.В. Мелик-Гайказян, В.Ф. Тарасенко. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2000. — 272 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/59275">http://e.lanbook.com/book/59275</a> — Загл. с экрана.         | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 5 | Методические пособия для самостоятельной работы студента | Андреев, Г.И. Основы научной работы и методология диссертационного исследования. [Электронный ресурс] / Г.И. Андреев, В.В. Барвиненко, В.С. Верба, А.К. Тарасов. — Электрон. дан. — М. : Финансы и статистика, 2012. — 296 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/28348">http://e.lanbook.com/book/28348</a> — Загл. с экрана. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 6 | Дополнительная литература                                | Мышкис, А.Д. Прикладная математика для инженеров. Специальные курсы [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Д. Мышкис. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2006. — 688 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/48184">https://e.lanbook.com/book/48184</a> .   | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 7 | Основная литература                                      | Самарский, А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры [Электронный ресурс] : монография / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2005. — 320 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/59285">https://e.lanbook.com/book/59285</a> .  | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.  | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|---------|--|
| Практические занятия и семинары | 428 (1) | мультимедийное оборудование  |