

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Филиал Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова
в городе Сарове

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала МГУ в городе
Сарове

 /В.В. Воеводин/

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):

Вычислительные технологии и моделирование БС

Уровень высшего образования:

магистратура

Направление подготовки (специальность):

01.04.02 "Прикладная математика и информатика"

Направленность (профиль) ОПОП:

"Вычислительные методы и методика моделирования"

"Суперкомпьютерные технологии математического моделирования и обработки данных"

Форма обучения:

Очная

Саров 2021

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки по направлениям 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1. НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вычислительные технологии и моделирование биологических систем

2. УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Подготовка научно-педагогических кадров в магистратуре.

3. НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ, НАПРАВЛЕННОСТЬ (ПРОФИЛЬ) ПОДГОТОВКИ

Направление 01.04.02 «Прикладная математика и информатика». Направленность (профиль) «Математические и компьютерные методы решения задач естествознания». Образовательная программа «Вычислительные технологии и моделирование».

4. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть магистерской образовательной программы «Вычислительные технологии и моделирование», изучается в 1 семестре.

5. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|--|--|
| Способность применять методы математического моделирования при исследовании биологических систем (СПК-23); | З1 (СПК-23) Знать: основные понятия и методы реализации системного подхода к задачам биологии, базовые принципы построения математических моделей в иммунологии, методы идентификации моделей сложных систем. У1 (СПК-23) Уметь осуществлять моделирование биологических на основе систем ОДУ, дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом, уравнений в частных производных, генетических алгоритмов. |

| | |
|--|--|
| | В1 (СПК-23) Владеть Навыками построения и численного исследования основных математических моделей инфекционных заболеваний человека и животных. |
|--|--|

Оценочные средства для промежуточной аттестации приведены в Приложении.

6. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часа.

54 часа составляет контактная работа с преподавателем – 34 часов занятий лекционного типа, 16 часов занятий семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 0 часов индивидуальных консультаций, 2 часа групповых консультаций, 0 часов мероприятий текущего контроля успеваемости, 2 часа промежуточной аттестации (экзамен).

54 часа составляет самостоятельная работа учащегося.

7. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Учащиеся должны владеть знаниями по математическому анализу, линейной алгебре, численным методам в объеме, соответствующем основным образовательным программам бакалавриата по укрупненным группам направлений и специальностям 01.00.00 «Математика и механика», 02.00.00 «Компьютерные и информационные науки».

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технология концентрированного обучения, Технология критериально - ориентированного обучения (полного усвоения).

9. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В курсе излагаются основные понятия и вопросы реализации системного подхода к задачам биологии. В качестве конкретной сложной биологической системы рассматривается система иммунитета. Формулируются базовые принципы построения математических моделей в иммунологии, методы идентификации моделей сложных систем. Рассматриваются технологии моделирования на основе систем ОДУ, дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом, уравнений в частных производных, генетических алгоритмов. Вопросы построения и численного исследования моделей конкретизируются на примерах приложений в задачах моделирования инфекционных заболеваний человека и животных.

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине | Всего (часы) | В том числе | | | | | | | | |
|--|---------------------------|---|-----------------------------|---|-------|-----------------------------|--|-------|---|-----------|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы | | | | | Самостоятельная работа учащегося, часы | | | |
| | | из них | | | | | из них | | | |
| Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | 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.. | Всего | | |
| Тема 1. Основные принципы построения математических моделей в биологии 1. Системный подход к моделированию в биологии (3 ч) 2. Статистический анализ в биологии (3 ч) | 20 | 6 | 4 | - | - | - | 10 | 10 | - | 10 |
| Тема 2. Построение моделей в иммунологии 1. Биологические системы: иммунная система (3 ч) 2. Уравнения математической иммунологии: | 42 | 14 | 6 | - | - | - | 20 | 22 | - | 22 |

| | | | | | | | | | | |
|--|-----------|----|---|---|---|---|-----------|----|---|-----------|
| <p>элементарные процессы (3 ч)</p> <p>3. Модель инфекционного заболевания. Анализ положений равновесия (3 ч)</p> <p>4. Идентификация моделей экспериментальных инфекций (3 ч)</p> <p>5. Информационные критерии оценивания моделей (3 ч)</p> | | | | | | | | | | |
| <p>Тема 3. Примеры построения моделей.</p> <p>1. Модели ВИЧ инфекции (3 ч)</p> <p>2. Генетические алгоритмы эволюционного моделирования (3 ч)</p> <p>3. Комpartmentное моделирование (3 ч)</p> <p>4. Моделирование и идентификация распределённых клеточных систем (3 ч)</p> <p>5. Моделирование структуры и функции в биологии (3 ч)</p> | 44 | 14 | 6 | 2 | - | - | 22 | 22 | - | 22 |
| <p>Промежуточная аттестация – экзамен</p> | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | - | - |

| | | | |
|--------------|------------|-----------|-----------|
| Итого | 108 | 54 | 54 |
|--------------|------------|-----------|-----------|

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

Самостоятельная работа учащихся состоит в изучении лекционного материала, учебно-методической литературы, подготовки к практическим заданиям текущего контроля и промежуточной аттестации.

11. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основная учебно-методическая литература

Список литературы по дисциплине

1. Функциональные зависимости, которые могут быть предложены для описания процесса увеличения численности биологических популяций.

Robert V. Banks. Growth and Diffusion Phenomena. Springer Verlag. 1994.

Г.Ю. Резниченко. Лекции по математическим моделям в биологии. РиХД: Ижевск, 2002.

2. Компарментные модели в биологии, определения и примеры.

D.H. Anderson (1983) Compartmental Modeling and Tracer Kinetics, Lecture Notes in Biomathematics, 50. Springer-Verlag, Berlin

J. Jacquez & C.P. Simon (1993) Qualitative theory of compartmental systems, SIAM Review 35: 43

J. Jacquez & C.P. Simon (2002) Qualitative theory of compartmental systems with lags, Math. Biosci. 180: 329-362

3. Генетические алгоритмы моделирования.

В.В. Емельянов, В.М. Курейчик, В.В. Курейчик. Теория и практика эволюционного моделирования. Москва, Физматлит. 2003.

4. Оценивание параметров динамических моделей.

Бард Й. Нелинейное оценивание параметров. М.: Статистика, 1979. - 349 с.

5. Критерии выбора оптимальной модели из некоторого семейства при описании заданного множества данных наблюдений.

Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователя: Пер. с англ. / Под ред. Я.З. Цыпкина. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1991. - 432 с.

C.T.H. Baker, G.A. Bocharov, J.M. Ford, P.M. Lumb, S.J. Norton, C.A.H. Paul, T. Junt, P. Krebs, B. Ludewig (2005): Computational Approaches to Parameter Estimation and Model Selection in Immunology, J. Comput. Appl. Math. 184: 50-76.

5. Простейшие модели на основе ОДУ и дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом, которые имеют осциллирующие решения.

В. Б. Колмановский, В. Р. Носов Устойчивость и периодические режимы регулируемых систем с последействием. Главная редакция физико-математической литературы издательства "Наука", 1981б -448 с.

Г.Ю. Резниченко. Лекции по математическим моделям в биологии. РиХД: Ижевск, 2002.

Лицензионное программное обеспечение, в том числе отечественного производства

При реализации дисциплины может быть использовано следующее программное обеспечение:

1. Программный продукт Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Compute Node for Power, LE, Self-support 4 шт. №5540331
2. Программный продукт Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Head Node for Power, LE, Standard 1 шт. №5540332
3. Операционная система SUSE Linux Enterprise Server 11 SP4 for x86_64 16 шт.
4. Операционная система Red Hat Enterprise Linux Server 5.0 for x86_64 14шт.
5. Операционная система SUSE Linux Enterprise Server 10 SP3 for ppc64 7 шт.
6. Операционная система Ubuntu 18.04.
7. Программное обеспечение для виртуализации Oracle VM VirtualBox
8. Операционная система ALTLinuxMATEStarterkit 9 лицензияGPL
9. Программный продукт JetBrains IntelliJ IDEA Community Edition Free Educational Licenses
10. Программный продукт JetBrains PyCharm Community Edition Free Educational Licenses
11. Программный продукт JetBrains CLion Community Edition Free Educational Licenses
12. Программный продукт UPPAAL (<http://www.uppaal.org/>) академическая лицензия
13. Программный продукт Java 8 (64-bit) Oracle Corporation
14. Программный продукт Java SE Development Kit 8(64-bit) Oracle Corporation
15. Программный продукт NetBeans IDE 8.2 NetBeans.org
16. Программный продукт Dev-C++ Bloodshed Software
17. Программный продукт CodeBlocks The Code::Blocks Team

18. Программный продукт Free Pascal 3.0.0 Free Pascal Team
19. Программный продукт Python 3.5.1 (64-bit) Python Software Foundation
20. Программный продукт R for Windows 3.2.2 R Core Team
21. Программный продукт Haskell Platform 7.10.3 Haskell.org
22. Операционная система Microsoft Windows 7 корпоративная академическая лицензия
23. Операционная система Microsoft Windows 10 Education академическая лицензия
24. Программный продукт Microsoft Project Professional 2013 академическая лицензия
25. Программный продукт Microsoft Visio Professional 2013 академическая лицензия
26. Программный продукт Microsoft Visual Studio Professional 2013 - RUS [Русский (Россия)] академическая лицензия

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. <http://www.edu.ru> – портал Министерства образования и науки РФ
2. <http://www.ict.edu.ru> – система федеральных образовательных порталов «ИКТ в образовании»
3. <http://www.openet.ru> - Российский портал открытого образования
4. <http://www.mon.gov.ru> - Министерство образования и науки Российской Федерации
5. <http://www.fasi.gov.ru> - Федеральное агентство по науке и инновациям

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<https://elibrary.ru>

<https://www.scopus.com>

<http://apps.webofknowledge.com>

Информационные технологии, используемые в процессе обучения

Использование электронных образовательных ресурсов, электронных библиотек.

Материально-техническая база

Для преподавания дисциплины требуется класс, оборудованный маркерной или меловой доской, а также проектором и экраном.

12. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Русский

13. РАЗРАБОТЧИК ПРОГРАММЫ, ПРЕПОДАВАТЕЛИ

д.ф.м.н., Бочаров Геннадий Алексеевич (bocharov@inm.ras.ru)

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине

«Вычислительные технологии и моделирование биологических систем»

Промежуточная аттестация экзамена, в ходе которого дается задание, проверяющее приобретенные учащимся умения и навыки, и проводится индивидуальное собеседование, проверяющее приобретенные знания.

Средства для оценивания планируемых результатов обучения, критерии и показатели оценивания приведены ниже.

| РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ | КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ из соответствующих карт компетенций | | | | | ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА |
|--|--|--|---|---|--|------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| | Неудовлетворительно | Неудовлетворительно | Удовлетворительно | Хорошо | Отлично | |
| З1 (СПК-23) Знать: основные понятия и методы реализации системного подхода к задачам биологии, базовые принципы построения математических моделей в иммунологии, методы идентификации моделей сложных систем. | Отсутствие знаний | Фрагментарные представления об основных понятиях и методах реализации системного подхода к задачам биологии, базовых принципы построения математических моделей в иммунологии, методах идентификации моделей сложных систем. | В целом сформированные, но неполные знания об основных понятиях и методах реализации системного подхода к задачам биологии, базовых принципы построения математических моделей в иммунологии, методах идентификации моделей сложных систем. | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания об основных понятиях и методах реализации системного подхода к задачам биологии, базовых принципы построения математических моделей в иммунологии, методах идентификации моделей сложных систем. | Сформированные систематические знания об основных понятиях и методах реализации системного подхода к задачам биологии, базовых принципы построения математических моделей в иммунологии, методах идентификации моделей сложных систем. | индивидуальное собеседование |
| У1 (СПК-23) Уметь | Отсутствие умений | Фрагментарные умения по математиче- | В целом сформированное, но не систе- | Сформированное, но содержащее отдель- | Сформированное систематическое | Задание из экзаменационно- |

| | | | | | | |
|---|--------------------|--|---|--|--|------------------------------------|
| осуществлять моделирование биологических на основе систем ОДУ, дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом, уравнений в частных производных, генетических алгоритмов. | | ской формализации биологических моделей на основе систем ОДУ, дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом, уравнений в частных производных, генетических алгоритмов. | математическое умение по математической формализации биологических моделей на основе систем ОДУ, дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом, уравнений в частных производных, генетических алгоритмов. | ные пробелы умение по математической формализации биологических моделей на основе систем ОДУ, дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом, уравнений в частных производных, генетических алгоритмов. | умение по математической формализации биологических моделей на основе систем ОДУ, дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом, уравнений в частных производных, генетических алгоритмов. | го билета |
| В1 (СПК-23) Владеть навыками построения и численного исследования основных математических моделей инфекционных заболеваний человека и животных. | Отсутствие навыков | Фрагментарное владение навыками построения и численного исследования основных математических моделей инфекционных заболеваний человека и животных. | В целом сформированное, но не систематическое владение навыками построения и численного исследования основных математических моделей инфекционных заболеваний человека и животных. | Сформированное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками построения и численного исследования основных математических моделей инфекционных заболеваний человека и животных. | Сформированное систематическое владение навыками построения и численного исследования основных математических моделей инфекционных заболеваний человека и животных. | Задание из экзаменационного билета |

Фонды оценочных средств

Список вопросов для индивидуального собеседования на промежуточной аттестации.

1. Функциональные зависимости, которые могут быть предложены для описания процесса увеличения численности биологических популяций.
2. Простейшие модели на основе ОДУ и дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом, которые имеют осциллирующие решения.
3. Компарментные модели в биологии, определения и примеры.

4. Генетические алгоритмы моделирования.
5. Построение моделей. Критерии выбора оптимальной модели из некоторого семейства при описании заданного множества данных наблюдений.
6. Критический анализ и изложение научной статьи по моделированию в биологии.

Примерное задание из экзаменационного билета для промежуточной аттестации.

ПКЗ ПА. Привести пример математической модели распределённой клеточной системы.

Описать структуру модели, осуществить математическую формализацию модели распределённой клеточной системы.

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Итоговая оценка промежуточной аттестации складывается из наличия теоретических знаний, практических навыков и умений. На основе анализа результатов обучения «Знать», «Уметь», «Владеть» выставляется оценка по каждой из указанных категорий в соответствии с критериями и показателями результата оценивания результата обучения, приведенными в таблице выше. Итоговую оценку рекомендуется ставить как среднюю из оценок по трем категориям результатов обучения при пересчете на 5-бальный эквивалент («неудовлетворительно» - 2, «удовлетворительно» - 3, «хорошо» - 4, «отлично» - 5). При этом, если по одной из категорий оценка «неудовлетворительно», то может быть выставлена общая оценка «удовлетворительно» (не выше) при наличии положительных оценок по другим категориям. Если по двум категориям оценка «неудовлетворительно», общая оценка «неудовлетворительно».