

УТВЕРЖДЕНО
на заседании Ученого совета
НАО «КазНУ им. аль-Фараби»
Протокол № 11 от 23.05.2025 г.

**Программа вступительного экзамена
для поступающих в докторантуру
на группу образовательных программ
D194 – «Математическое и компьютерное моделирование»**

I. Общие положения

1. Программа составлена в соответствии с Приказом Министерства образования и науки Республики Казахстан от 31 октября 2018 года № 600 «Об утверждении Типовых правил приема на обучение в организации образования, реализующие образовательные программы высшего и послевузовского образования» (далее – Типовые правила).

2. Вступительный экзамен в докторантуру состоит из собеседования, написания эссе и экзамена по профилю группы образовательных программ.

Блок	Баллы
1. Собеседование	30
2. Эссе	20
3. Экзамен по профилю группы образовательной программы	50
Всего/проходной	100/75

3. Продолжительность вступительного экзамена - 3 часа 10 минут, в течение которых поступающий пишет эссе, отвечает на электронный экзаменационный билет. Собеседование проводится на базе вуза до вступительного экзамена.

II. Порядок проведения вступительного экзамена

1. Поступающие в докторантуру на группу образовательных программ D194 – «Математическое и компьютерное моделирование» пишут проблемное / тематическое эссе. Объем эссе – не менее 250 слов.

Цель эссе – определить уровень аналитических и творческих способностей, выраженных в умении выстраивать собственную аргументацию на основе теоретических знаний, социального и личного опыта.

Виды эссе:

- мотивационное эссе с раскрытием побудительных мотивов к исследовательской деятельности;
- научно-аналитическое эссе с обоснованием актуальности и методологии планируемого исследования;
- проблемное/тематическое эссе, отражающее различные аспекты научного знания в предметной области.

2. Электронный экзаменационный билет состоит из 3 вопросов.

Темы для подготовки к экзамену по профилю группы образовательной программы:

Дисциплина “Основы математического моделирования”

Основные принципы построения математических моделей. Математическое моделирование и области его применения. Особенности математической модели. Основные подходы математического моделирования. Создание математической модели на базе фундаментальных законов природы. Построение математических моделей на основе вариационных принципов. Иерархический подход к построению моделей на примере построения трехступенчатой ракеты. Иерархия модели снизу-вверх на примере механической системы и особенности ее решения. Применение метода аналогий при построении моделей из различных областей науки (модель радиоактивного распада и модель Мальтуса; модели колебаний маятника и электрического контура, др.) Моделирование экономических задач. Модель рекламной кампании. Макромодель экономического роста государства. Моделирование задач из области права и правления государством. Линейные и нелинейные математические модели. Три режима нелинейной модели популяции. Фазовые портреты. Моделирование сплошных сред. Замыкание закона сохранения массы для гравитационного течения грунтовых вод. Закон Дарси. Некоторые свойства уравнения Буссинеска. Иерархия моделей течения грунтовых вод. Основные требования к математическим моделям. Анализ размерности моделей. Обезразмеривание моделей. Классификация математических моделей в зависимости от оператора модели. Основные типы уравнений математических моделей. Пакеты прикладных программ и их классификация.

Дисциплина “Математического и компьютерного моделирования физических процессов”

Метод прогонки. Метод простой итерации для уравнения теплопроводности. Условия устойчивости. Метод пятиточечной прогонки. Компактная схема. Первая схема против потока. Вторая схема против потока. Метод матричной прогонки. Методы Якоби, Зейделя, верхней релаксации. Метод дробных шагов (МДШ) для двухмерного уравнения теплопроводности. Метод переменных направлений для двухмерного уравнения теплопроводности. Метод дробных шагов (МДШ) для трехмерного уравнения теплопроводности. Метод переменных направлений для трехмерного уравнения теплопроводности. Метод Фурье для трехмерного уравнения Пуассона. Математическое моделирование атмосферных процессов. Математическое моделирование загрязнения океанов. Математическое моделирование процесса естественной конвекции. Математическое моделирование внутренних течений. Математическое моделирование обтекания ветровыми потоками техногенных препятствий. Математическое моделирование процесса отрыва течения за обратным уступом в канале. Уравнение Рейнольдса.

Дисциплина “Математическое и компьютерное моделирование медицинских и биологических процессов”

Динамические системы. Основные понятия и свойства Динамических систем. Фазовые портреты и траектории. Одномерные системы. Исследование положения равновесия двумерных линейных динамических систем. Понятие характеристического уравнения. Устойчивость положения равновесия. Прямой метод Ляпунова. Устойчивость и неустойчивость по первому приближению. Теорема Ляпунова (критерий Сильвестра). Критерий Рауса Гурвица. Ненулевое положение равновесия динамической системы. Динамика численности популяции. Модель неограниченного роста, логистическое уравнение. Модели взаимодействия двух видов. Обобщённые модели с заданными функциями. Модели с биохимическими реакциями. Законы сохранения масс. Кинетика ферментов. Модели морфогенеза в системе реакция-диффузия. Модель «брюсселятора».

Пространственные модели морфогенеза в системе реакция-диффузия. Численное моделирование модели окраски типа “шкуры леопарда” в системе реакция-диффузия.

III. Список использованных источников

Основная:

1. Самарский, А.А. Математическое моделирование. Идеи, методы, примеры / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. – М.: Физматлит, 2002. – 315 с.
2. Мышкис, А.Д. Элементы теории математических моделей. – М.: Ком- Книга, 2007. – 192 с.
3. Трусов, П.В. [и др.] Введение в математическое моделирование. – М.: Logos, 2005. – 440 с.
4. Трусов, П.В. [и др.] Введение в математическое моделирование. – М.: Logos, 2005. – 440 с.
5. Седов, А.И. Методы подобия и размерности в механике. – М.: Наука, 1977. – 440 с.
6. Ли, Софус. Теория групп преобразований: Ч. I. – М. – Ижевск: Ижевский ин-т комп. иссл., 2011. – 712 с.
7. Овсянников, Л.В. Групповые свойства дифференциальных уравнений. Новосибирск: Изд-во СОАН СССР, 1962. – 242 с.
8. Владимиров, В.С. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1981. – 512 с.
9. Тихонов, А.Н. Методы решения некорректных задач / А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин. – М.: Наука, 1979. – 283 с.
10. Новожилов, В.В. Основы нелинейной теории упругости. – М. – Л.: ОГИЗ, 1948. – 211 с.
11. Хаджиева, Л.А. Нелинейные модели динамических систем: учеб. пособие. – Алматы: Казак университеті, 2009. – 133 с.
12. Бордовский Г. А. Кондратьев А.С. и др. Физические основы математического моделирования / М. ACADEMIA, 2005. -321 с.
13. Муқанова Б.Г., Хаджиева Л.А. Математикалық модельдеуге кіріспе. -Алматы: Казак университеті, 2019. – 228 б.
14. Бейли Н. Математика в биологии и медицине. Москва, Изд-во «Мир», 1970
15. Марри Дж. Нелинейные дифференциальные уравнения в биологии. Лекции о моделях. Москва, «Мир», 1983
16. Дж. Смит Математические идеи в биологии. Москва, Изд-во «Мир», 1970
17. Базыкин А.Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций. Москва, Изд-во «Наука», 1985 г.
18. Белоцерковский О.М. Численное моделирование в механике сплошных сред. Москва, Изд-во «Наука», 1984 г.
19. Славин М.Б. Методы системного анализа в медицинских исследованиях.- М.: Медицина, 1989.- 302 с.
20. Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. Математические модели биологических продукционных процессов. М., Изд. МГУ, 1988
21. <http://www.biometrica.tomsk.ru/annot6.htm>
22. <http://www.biometrica.tomsk.ru/beili.htm>
23. Жумагулов Б.Т., Абдибеков У.С., Исахов А.А. Основы математического и компьютерного моделирования естественно-физических процессов. Алматы, «Қаза университеті», 2014. –208 с.
24. Исахов А.А. Практикум по математическому и компьютерному моделированию физических процессов. – Алматы: Казак университеті, 2015;
25. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. –М.: Наука, 1982. –320 с.

26. Яненко Н.Н. Метод дробных шагов решения многомерных задач математической физики. –Новосибирск: Наука, 1967. – 196 с.
27. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкости. - М.: Мир, 991. – Т. 2 – 552 с.
28. Роуч П. Вычислительная гидродинамика. М.: Мир, 1980. - 616 с.
29. Пейре Р., Тейлор Т.Д. Вычислительные методы в задачах механики жидкости. –Л.: Гидрометеиздат, 1986. - 352 с.
30. Самарский А.А. Теория разностных схем. –М.: Наука, 1989. – 616 с.
31. Иевлев В.М. Численное моделирование турбулентных течений. М.:Наука, 1990. - 273 с.
32. Курбацкий А.Ф. Моделирование нелокального турбулентного переноса импульса и тепла. - Новосибирск: Наука, 1988. - 240 с.

Дополнительная:

33. Пинегина, М.В. Математические методы и модели в экономике. – М.: Экзамен, 2004. – 128 с.
34. Тихонов, А.Н. Уравнения математической физики / А.Н. Тихонов, А.А. Самарский - М.: Наука, 1999. – 799 с.
35. Годунов С.К. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1979.
36. – 392 с.
37. Ладыженская, О.А. Краевые задачи математической физики. – М.: Наука, 1973. – 409 с.
38. Беллман Ричард. Математические методы в медицине / Пер. с англ. А.Л.Лисаченкова, И.Л.Шалькова; под ред. Белых.- М.: Мир, 1987.- 200 с.
39. И.Б. Петров Математическое моделирование в медицине и биологии на основе моделей механики сплошных сред ТРУДЫ МФТИ, 2009, Том 1, № 1 с5-16
40. <http://www.apmath.spbu.ru/ru/education/courses/special/semko1.html>