1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «**Математические модели процессов отбора**» относится к вариативной части дисциплин по выбору Б1.В.ДВ.07 ОПОП по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика» и изучается на в 6 и 7 семестрах.

Целями освоения дисциплины являются:

Целью дисциплины «**Математические модели процессов отбора**» является углубленное изучение моделей процессов для получения математического описания процессов и систем.

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

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-2 – способность разрабатывать, внедрять и адаптировать прикладное программное обеспечение	**З1 (ПК-2) Знать:** математические модели анализа социально-экономических задач с применением методов системного анализа и математического моделирования **У1 (ПК-2) Уметь:** разрабатывать математические модели социально-экономических процессов **В1 (ПК-2) Владеть:** компьютерными технологиями, необходимыми для моделирования социально-экономических процессов
ПК-8 - способность программировать приложения и создавать программные прототипы решения прикладных задач	**З2 (ПК-8) Знать:** математические модели процессов отбора **У2 (ПК-8) Уметь:** моделировать процессы отбора **В2 (ПК-8) Владеть:** компьютерными технологиями для моделирования процессов отбора

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 8 зачетных единиц, всего 288 часов, из которых 115 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часов занятия лекционного типа, 80 часов занятия семинарского типа, 3 часа контроль самостоятельной работы), 119 часа составляет самостоятельная работа обучающегося. Форма промежуточной аттестации – зачет в 6 семестре и экзамен в 7 семестре (54 часа).

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 обуч		
				Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Консультации			Всего					
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная
Тема 1. Введение	12			2						7						9			5		
Тема 2. Системы дифференциальных уравнений на единичном симплексе – математическая основа построения моделей систем отбора	32			8						14						22			10		
Тема 3. Условия отбора	25			6						11						17			8		
Контроль самостоятельной работы	1															1					
Промежуточная аттестация: зачёт																					
Тема 4. Проблема объективного критерия в задаче оптимизации	60			8						22						30			30		
Тема 5. Задача оптимального управления системой на конечномерном симплексе при неограниченном времени управления	100			8						26						34			66		
Контроль самостоятельной работы	2															2					
Промежуточная аттестация зачет, экзамен	54																				
Итого	288			32						80						115			119		

Содержание дисциплины

Тема 1. Введение

Общее понятие процесса отбора и выбора. Процессы отбора в разных предметных областях: биофизике, экономике, химии и т. п. Процессы выбора оптимального решения. Цели и задачи курса. Актуальность курса.

Тема 2. Системы дифференциальных уравнений на единичном симплексе – математическая основа построения моделей систем отбора

Понятие динамической системы, фазового пространства, фазового портрета, фазовой траектории. Сосредоточенные и распределенные системы. Инвариантность положительного октанта относительно дифференциального преобразования. Системы с наследованием.

Единичный симплекс в конечномерном пространстве и его свойства. Инвариантность единичного симплекса относительно дифференциального преобразования. Представление систем на единичном симплексе. Две общие теоремы о представлении.

Сведение систем к системам на единичном симплексе. Линейная замена. Обобщенная модель Вольтера «хищник – жертвы». Интегрирование систем на единичном симплексе. Теоремы о выражении решения системы дифференциальных уравнений со специальной правой частью через решение вспомогательной однородной системы дифференциальных уравнений.

Тема 3. Условия отбора

Понятие отбора в системе на единичном симплексе. Строгий отбор и нестрогий отбор. Критерий отбора в системе размерности 2. Отбор в системах произвольной размерности. Устойчивость вершины симплекса. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая устойчивость. Связь устойчивости и отбора. Теоремы Ляпунова об устойчивости. Анализ уравнений химической кинетики методом функции Ляпунова. Функция Массье как функция Ляпунова. Квазитермодинамические системы. Понятие энтропии и энтропийный анализ в системах на единичном симплексе. Системы близкие к системам отбора. Достаточные условия близости к системе отбора.

Тема 4. Проблема объективного критерия в задаче оптимизации

Постановка оптимизационной задачи: множество альтернатив выбора и критерий качества. Условия корректности оптимизационной задачи. Существование и единственность решения.

Статистический способ формирования критерия. Пример определения функции полезности для товара. Подходы Акофа, Моргерштейна, фон Неймана. Определение институциональной функции полезности по Портеру. Определение функции полезности в системе предприятий, конкурирующих за рынок сбыта.

Проблемы, возникающие при формировании объективного критерия отдельной системой. Системный анализ о критериях поведения системы. Объективный критерий в системах конкуренции. Эквивалентные выражения объективного критерия.

Исследование оптимизационных задач с объективным критерием

Исследование модели конкуренции видов при наличии процессов терморегуляции.

Задача адаптации при выборе оптимального варианта поведения

Тема 5. Задача оптимального управления системой на конечномерном симплексе при неограниченном времени управления

Постановка задачи оптимального управления системой на конечномерном симплексе. Фазовые ограничения в виде равенств и неравенств. Методы решения таких систем. Принцип максимума Понтрягина. Принцип Беллмана.

Необходимые условия оптимальности управления для систем на конечномерном симплексе. Задачи оптимального управления при неограниченном времени управления. Применение свойств процессов отбора для исследования задач оптимального управления. Необходимые и достаточные условия достижения объективного критерия абсолютного максимума на бесконечном времени управления.

4. Образовательные технологии

Используются активные и интерактивные образовательные технологии в форме лекций, лабораторных работ.

- **Лекция-информация.** Ориентирована на изложение и объяснение студентам научной информации, подлежащей осмыслению и запоминанию.
- **Лекция-беседа**, или «диалог с аудиторией», является наиболее распространенной и сравнительно простой формой активного вовлечения студентов в учебный процесс. Эта лекция предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество

лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание слушателей к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей обучаемых.

К участию в лекции-беседе можно привлечь различными приемами, так, например, озадачивание слушателей вопросами в начале лекции и по ее ходу. Вопросы могут, быть информационного и проблемного характера, для выяснения мнений и уровня осведомленности по рассматриваемой теме, степени их готовности к восприятию последующего материала. Вопросы адресуются всей аудитории. Слушатели отвечают с мест. Если преподаватель замечает, что кто-то из обучаемых не участвует в ходе беседы, то вопрос можно адресовать лично тому слушателю, или спросить его мнение по обсуждаемой проблеме. Для экономии времени вопросы рекомендуется формулировать так, чтобы на них можно было давать однозначные ответы. С учетом разногласий или единодушия в ответах преподаватель строит свои дальнейшие рассуждения, имея при этом возможность, наиболее доказательно изложить очередное понятие лекционного материала.

Вопросы могут быть как простыми для того, чтобы сосредоточить внимание слушателей на отдельных аспектах темы, так и проблемные. Обучаемый, продумывая ответ на заданный вопрос, получает возможность самостоятельно прийти к тем выводам и обобщениям, которые преподаватель должен был сообщить им в качестве новых знаний, либо понять важность обсуждаемой темы, что повышает интерес, и степень восприятия материла слушателями.

Во время проведения лекции-беседы задаваемые вопросы не должны оставаться без ответов, иначе они будут носить риторический характер, не обеспечивая достаточной активизации мышления обучаемых. Наиболее проблемные вопросы могут быть вынесены на самостоятельную работу студентов, проверку которой преподаватель осуществляет в рамках текущего контроля успеваемости и/или промежуточной аттестации.

Эффективность лекции-беседы в условиях группового обучения снижается из-за того, что не всегда удается каждого обучаемого вовлечь в двусторонний обмен мнениями.

- **Лекция с заранее запланированными ошибками** - рассчитана на стимулирование студентов к постоянному контролю предлагаемой информации (поиск ошибки: содержательной, методологической, методической, орфографической). Предварительно студенты могут быть разбиты на малые группы. В конце лекции или на следующем занятии проводится диагностика групп и разбор сделанных ошибок. Данный вид лекции проводится в завершение темы или раздела учебной дисциплины, когда у слушателей сформированы основные понятия и представления. Заключительный анализ ошибок развивает у слушателей теоретическое мышление.
- **Лекция-консультация** – по типу **«вопросы—ответы—дискуссия»**, является трояким сочетанием: изложение новой учебной информации лектором, постановка вопросов и организация дискуссии в поиске ответов на поставленные вопросы». Поводится в период работы обучающихся над проектной работой.
- **Лекция-консультация** по типу **«вопросы—ответы»**. Лектор отвечает в течение лекционного времени на вопросы студентов по всем разделу или всему курсу. Проводится перед защитой проектных работ и промежуточной аттестацией.

Для выполнения лабораторных работы предусматривается работа в терминал-классах.

Занятия лекционного типа составляют не более 40 % от общего количества часов аудиторных занятий.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- повторение пройденного учебного материала, чтение рекомендованной литературы;
- подготовку к практическим занятиям;

- выполнение общих и индивидуальных домашних заданий;
- работу с Интернет и прочими электронными источниками;
- подготовку к сдаче **экзамена**.

Планирование времени на самостоятельную работу важно осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом повторение пройденного материала.

Самостоятельная работа студентов, прежде всего, заключатся в изучении литературы, дополняющей материал, излагаемый в лекционной части курса. Необходимо овладеть навыками библиографического поиска, в том числе в сетевых Интернет-ресурсах, научиться сопоставлять различные точки зрения и определять методы исследований.

Предполагается, что, прослушав лекцию, студент должен ознакомиться с рекомендованной литературой из основного списка, затем обратится к источникам, указанным в библиографических списках изученных книг, осуществит поиск и критическую оценку материала на сайтах Интернет, соберет необходимую информацию.

Существует несколько методов работы с литературой.

Один из них – *метод повторения*: смысл прочитанного текста можно заучить наизусть. Простое повторение воздействует на память механически и поверхностно. Полученные таким путем сведения легко забываются.

Наиболее эффективный метод – *метод осознанного запоминания*: прочитанный текст нужно подвергнуть большей, чем простое заучивание, обработке. Чтобы основательно обработать информацию, важно произвести целый ряд мыслительных операций: прокомментировать новые данные; оценить их значение; поставить вопросы; сопоставить полученные сведения с ранее известными.

Для улучшения обработки информации очень важно устанавливать осмысленные связи, структурировать новые сведения. Изучение научной, учебной и иной литературы требует ведения рабочих записей. Форма записей может быть весьма разнообразной: простой или развернутый план, тезисы, цитаты, конспект.

Контроль над самостоятельной работой студентов преподаватель осуществляет на практических занятиях.

По каждой теме студенты часть времени, отведенного на самостоятельную работу, посвящают изучению лекций и литературы с целью изучения темы.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы преподавателем, ведущим практические занятия по дисциплине. Отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность), домашнее задание. Промежуточный контроль по результатам 6 и 7 семестров по дисциплине проходит в форме зачета и экзамена, включающего в себя ответ на теоретические вопросы и выполнение практического задания по дисциплине.

Тема 1. Введение.

Для самостоятельной работы предлагается проработка учебной литературы, работа с дополнительным теоретическим материалом. Написание реферата

Примерные темы рефератов

1. История появления математических моделей в экономике. Модель С. Стевина. Гипотезы Вальраса, Леонтьева. Математическая модель в экономике и ее исследование. Линия сбалансированного роста и е связь с состоянием равновесия на единичном симплексе.
2. История появления математических моделей в биофизике. Модель Мальтуса. Примеры быстрого роста у Перельмана и их проверка. Модель Вольтера «хищник-жертва». Модель Вольтера-Лотки и ее обобщение Колмогоровым.
3. Динамические системы и их свойства.

4. Системы дифференциальных уравнений, разрешенных относительно первых производных и их свойства. Теорема Коши-Пикара.

5. Разностные уравнения на единичном симплексе и их свойства. Общие условия разрешимости разностных уравнений. Инвариантность положительного октанта относительно разностного преобразования. Инвариантность единичного симплекса относительно разностного преобразования.

6. Проблема отбора для разностных уравнений на единичном симплексе. Необходимые и достаточные условия отбора для разностных уравнений.

7. Связь разностных уравнений на симплексе с задачей адаптации. Исследование алгоритма адаптации на основе разностных уравнений.

8. Динамические системы на бесконечномерном и счетномерном симплексе.

9. Проблема отбора для систем на бесконечномерном симплексе.

Критерии оценки реферата:

- Соответствие полнота раскрытия темы;
- Объем исследованной литературы и других источников информации;
- Структурированность материалов;
- Стиль и грамотность изложения;
- Наличие и глубина выводов по теме.

Оценка	Уровень подготовленности, характеризуемый оценкой

Тема 2. Системы дифференциальных уравнений на единичном симплексе – математическая основа построения моделей систем отбора.

Для самостоятельной работы предлагается проработка учебной литературы, работа с дополнительным теоретическим материалом. Выполнение самостоятельного задания.

Пример задания

Задача. Биологические модели развития популяции. Модель типа «хищник – жертва». Построить модель в среде Excel.

1. Построить модель неограниченного роста, в которой численность популяции ежегодно увеличивается на определенный процент. Математическая модель: xn+1=a*xn, a-коэффициент роста.

2. Модель ограниченного роста – учитывается эффект перенаселенности, связанный с нехваткой питания, болезнями, т.д., который замедляет увеличение численности. Xn+1=(a-b*xn)*xn, b-коэффициент перенаселенности

3. Модель ограниченного роста с отловом. Учитывается, что на численность популяций промысловых животных оказывает влияние величина ежегодного отлова. x n+1=(a-b*xn)*xn-c.

4. В модели «хищник – жертва» количество жертв Xn и количество хищников yn связаны между собой. Xn+1=(a-b*xn)*xn-c-f*xn*yn, где f- возможность гибели жертвы при встрече с хищниками. Yn+1=d*yn+e*xn*yn, где d- скорость уменьшения популяции хищников, e- характеризует величину роста численности хищников за счет жертв.

Критерии оценки самостоятельного практического задания:

- Правильность решения задачи
- Аккуратность оформления.

Оценка	Уровень подготовленности, характеризуемый оценкой

Тема 3. Условия отбора

Для самостоятельной работы предлагается проработка учебной литературы, работа с дополнительным теоретическим материалом.

Выполнение самостоятельного задания.

Пример задания

Исследовать на устойчивость нулевое решение системы

$$\frac{dx}{dt} = -2x, \qquad \frac{dy}{dt} = x - y.$$

Критерии оценки самостоятельного практического задания:

- Правильность решения задачи
- Аккуратность оформления.

Тема 4. Проблема объективного критерия в задаче оптимизации

Для самостоятельной работы предлагается проработка учебной литературы, работа с дополнительным теоретическим материалом.

Выполнение самостоятельного задания.

Пример задания

Исследовать на устойчивость нулевое решение системы

Дана функция R(x) = sin(x+1). Найти максимум на интервале: [-1, 2]. Ошибка задается по x: e=0,05.

Критерии оценки самостоятельного практического задания:

- Правильность решения задачи
- Аккуратность оформления.

Тема 5. Задача оптимального управления системой на конечномерном симплексе при неограниченном времени управления.

Для самостоятельной работы предлагается проработка учебной литературы, работа с дополнительным теоретическим материалом. Выполнение самостоятельного задания.

Пример задания

Рассмотрим объект с уравнениями движения

$$\begin{cases} \dot{x}^1 = x^2, \\ \dot{x}^2 = u; \end{cases}$$

$$1 \le u \le 1$$

Для этого объекта решить задачу о быстрейшем попадании в начало координат (0, 0) из заданного начального состояния x0=(x10,x 20).

Критерии оценки самостоятельного практического задания:

- Правильность решения задачи
- Аккуратность оформления.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

6.1. 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.

ПК-2: *способностью разрабатывать, внедрять и адаптировать прикладное программное обеспечение*

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)	Шкала оценивания
З1 (ПК-2) Знать методы системного анализа и математического моделирования для анализа социально-экономических задач и процессов *У1 (ПК-2) Уметь* анализировать социально-экономические задачи и процессы *В1 (ПК-2) Владеть* компьютерными технологиями для анализа социально-экономических задач и процессов	Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией.	Плохой уровень формирования компетенции. «Плохо»
	Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие навыков, предусмотренных данной компетенцией	Неудовлетворительный уровень формирования компетенции. «неудовлетворительно»
	Знать некоторые основные понятия и характеристики изучаемых информационных систем **Уметь** У1 с погрешностями. **Владеть** некоторыми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях.	Удовлетворительный уровень формирования компетенции. «Удовлетворительно»
	Знать большинство основных понятий и основ построения информационных систем **Уметь** У1 с незначительными погрешностями. **Владеть** основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях	Хороший уровень формирования компетенции. «Хорошо»
	Знать З1 **Уметь** У1 с незначительными погрешностями. **Владеть** всеми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях	Очень хороший уровень формирования компетенции «Очень хорошо»
	Знать З1 **Уметь** У1 в полном объеме. **Владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях.	Отличный уровень формирования компетенции «Отлично»
	Знать основной и дополнительный материал без ошибок и погрешностей. **Уметь** У1 в полном объеме. **Владеть** *Свободно* всеми навыками, демонстрируя их в стандартных и нестандартных ситуациях.	Превосходный уровень формирования компетенции «Превосходно»

Карта компетенций для оценивания умений и навыков

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
Уметь (ПК-2) анализировать социально-экономические задачи и процессы	отсутствует способность решения стандартных задач	наличие грубых ошибок при решении стандартных задач	способность решения основных стандартных задач с негрубыми ошибками	способность решения всех стандартных задач с незначительными погрешностями	способность решения всех стандартных задач без ошибок и погрешностей	Способность решения стандартных и некоторых нестандартных задач	способность решения стандартных задач и широкого круга нестандартных задач
Владеть (ПК-2) *компьютерными технологиями для анализа социально-экономических задач и процессов*	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях
Личностные качества	соответствующие личностные качества не сформированы	сформированность личностных качеств недостаточный для достижения основных целей обучения	сформированность личностных качеств минимально необходимая для достижения основных целей обучения	личностные качества в целом сформированы	сформированные личностные качества достаточны для достижения целей обучения	Личностные качества сформированы на высоком уровне	Сформированность личностных качеств выше обязательных требований

ПК-8: *способностью программировать приложения и создавать программные прототипы решения прикладных задач*

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)	Шкала оценивания
З2 (ПК-8) Знать методы анализа предметных областей *У2 (ПК-8) Уметь* проводить анализ предметной области, формировать требования к ИС *В2 (ПК-8) Владеть* навыками работы для создания диаграмм анализа предметных областей	Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией.	Плохой уровень формирования компетенции. «Плохо»
	Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие навыков, предусмотренных данной компетенцией	Неудовлетворительный уровень формирования компетенции. «Неудовлетворительно»
	Знать некоторые информационные технологии, используемые для решения задач управления и экономики **Уметь** У2 с погрешностями. **Владеть** некоторыми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях.	Удовлетворительный уровень формирования компетенции. «Удовлетворительно»
	Знать ключевые методы анализа предметных областей **Уметь** У2 с незначительными погрешностями. **Владеть** основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях	Хороший уровень формирования компетенции. «Хорошо»
	Знать З2 **Уметь** У2 с незначительными погрешностями. **Владеть** всеми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях	Очень хороший уровень формирования компетенции «Очень хорошо»
	Знать З2 **Уметь** У2 в полном объеме. **Владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях.	Отличный уровень формирования компетенции «Отлично»
	Знать основной и дополнительный материал без ошибок и погрешностей. **Уметь** У2 в полном объеме. **Владеть** *Свободно* всеми навыками, демонстрируя их в стандартных и нестандартных ситуациях.	Превосходный уровень формирования компетенции «Превосходно»

Карта компетенций для оценивания умений и навыков

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетво-	«удовлетворитель-	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»

		ритель-но»	но»				
Уметь (ПК-8) *проводить анализ предметной области, формировать требования к ИС*	отсутствует способность решения стандартных задач	наличие грубых ошибок при решении стандартных задач	способность решения основных стандартных задач с негрубыми ошибками	способность решения всех стандартных задач с незначительными погрешностями	способность решения всех стандартных задач без ошибок и погрешностей	Способность решения стандартных и некоторых нестандартных задач	способность решения стандартных задач и широкого круга нестандартных задач
Владеть (ПК-8) *навыками работы для создания диаграмм анализа предметных областей*	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях
Личностные качества	соответствующие личностные качества не сформированы	сформированность личностных качеств недостаточный для достижения основных целей обучения	сформированность личностных качеств минимально необходимая для достижения основных целей обучения	личностные качества в целом сформированы	сформированные личностные качества достаточны для достижения целей обучения	Личностные качества сформированы на высоком уровне	Сформированность личностных качеств выше обязательных требований

6.2. Описание шкал оценивания.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета и экзамена.

Зачет выставляется по итогам успешного выполнения заданий текущего контроля и устного ответа обучающегося. Для получения зачета необходимо выполнить все задания текущего контроля в соответствующем семестре на оценку не менее чем «удовлетворительно».

Критерии оценки ответа на зачёте

Зачтено	Студент, при устном ответе знает основные определения дисциплины, разбирается в пройденном материале, дает правильные комментарии. Допускаются незначительные неточности и упущения при решении практических заданий, которые серьезно не искажают основную суть.
Незачтено	Студент при устном ответе совершает значительные ошибки, что свидетельствуют о неправильном представлении о пройденном материале. Ответы на вопросы краткие и не раскрывают сути вещей. Выполнено

	менее 50 % практических заданий.

К экзамену по учебной дисциплине по представлению преподавателя, ведущего аудиторные занятия, и решению, принятому на заседании кафедры, не допускаются обучающиеся:

1) пропустившие более 50% практических и семинарских занятий;

2) не прошедшие или выполнившие неудовлетворительно контрольные задания по 2 и более темам курса (решение практических задач, прохождение тестирования, анализ литературных источников).

Экзамен проводится в устной форме по утверждённым заведующим кафедрой (директором филиала) билетам. Обязательной является подготовка студентом развёрнутого ответа по существу вопросов билета, на что отводится не менее 45 минут. На экзамене не допускается наличие у обучающихся посторонних предметов, в том числе технических устройств (мобильных телефонов и пр.), пользование которыми может затруднить либо сделать невозможной объективную оценку результатов промежуточной аттестации. Обучающиеся, нарушившие правила проведения экзамена, по решению экзаменатора и заведующего соответствующей кафедрой могут быть удалены из аудитории. При этом в экзаменационную ведомость удалённому с экзамена студенту проставляется оценка «неудовлетворительно». При проведении экзамена в устной форме по экзаменационным билетам оцениваются общее понимание студентом содержания и структуры вопроса, полнота раскрытия каждого из элементов вопроса, степень владения базовой терминологией, понимание применимости и особенностей практического использования излагаемых теоретических положений. Экзаменатор для уточнения оценки вправе задавать дополнительные вопросы, предусмотренные рабочей программой.

Условиями оценивания результатов освоения дисциплины являются:

- валидность (объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения);
- полнота и адекватность отображения требований образовательного стандарта и ОПОП;
- надежность (использование единообразных стандартов и критериев оценивания);
- справедливость (разные студенты должны иметь равные возможности добиться успеха);
- эффективность (не отнимать много времени у студентов и преподавателей);
- обеспечение решения оценочной задачи.

Для оценивания результатов учебной деятельности студентов при изучении дисциплины «Методы анализа предметных областей» используется балльная система оценки учебной работы студентов. По результатам итоговой аттестации проставляются оценки «Превосходно», «Отлично», «Очень хорошо», «Хорошо», «Удовлетворительно» и «Неудовлетворительно» в соответствии со шкалой оценивания в таблице компетенций.

Критерии выставления оценок за экзамен

Оценка	**Уровень подготовки**
Превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий поход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждая теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических занятиях. 100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий
Отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждает теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше

Очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент дает ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%.
Хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%.
Удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент посещал практические занятия. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.
Неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент пропустил большую часть практических занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.
Плохо	Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы. Студент отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %.

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций.

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются контрольные тестовые задания.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются практические задания.

Критерии оценки тестов:

«превосходно» - 100% правильных ответов;
«отлично» – 90-99% правильных ответов;
«очень хорошо» - 81-89% правильных ответов;
«хорошо» – 66-80% правильных ответов;
«удовлетворительно» – 51-65% правильных ответов.
«неудовлетворительно» - 31-50% правильных ответов;
«плохо» - 30% и меньше правильных ответов.

Критерии оценивания оценочных средств

Оценка	Уровень подготовленности, характеризуемый оценкой
Превосходно	Задание выполнено в полном объеме (все поставленные задачи решены), ответ логичен и обоснован, обучающийся отвечает четко и последовательно, показывает глубокое знание основного и дополнительного материала
Отлично	Задание выполнено в полном объеме (все поставленные задачи решены), ответ логичен и обоснован, обучающийся отвечает четко и последовательно, показывает глубокое знание основного материала
Очень хорошо	Задание выполнено в полном объеме (все поставленные задачи решены), ответ логичен и обоснован, обучающийся отвечает четко и последовательно, показывает глубокое знание материала, допущено не более 2 неточностей непринципиального характера
Хорошо	Задание выполнено в полном объеме (все поставленные задачи решены), ответ логичен и обоснован, допущены неточности непринципиального характера, но обучающийся показывает систему знаний по теме своими ответами на поставленные вопросы
Удовлетворительно	Задание выполнено не в полном объеме (решено более 50% поставленных задач),

	но обучающийся допускает ошибки, нарушена последовательность ответа, но в целом раскрывает содержание основного материала
Неудовлетворительно	Задание выполнено не в полном объеме (решено менее 50% поставленных задач), обучающийся дает неверную информацию при ответе на поставленные задачи, допускает грубые ошибки при толковании материала, демонстрирует незнание основных терминов и понятий.
Плохо	Задание не выполнено, обучающийся демонстрирует полное незнание материала

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки

Задача. Биологические модели развития популяции. Модель типа «хищник – жертва». Построить модель в среде Excel.

5. Построить модель неограниченного роста, в которой численность популяции ежегодно увеличивается на определенный процент. Математическая модель: xn+1=a*xn, a-коэффициент роста.

6. Модель ограниченного роста – учитывается эффект перенаселенности, связанный с нехваткой питания, болезнями, т.д., который замедляет увеличение численности. Xn+1=(a-b*xn)*xn, b-коэффициент перенаселенности

7. Модель ограниченного роста с отловом. Учитывается, что на численность популяций промысловых животных оказывает влияние величина ежегодного отлова. x n+1=(a-b*xn)*xn-c.

8. В модели «хищник – жертва» количество жертв Xn и количество хищников yn связаны между собой. Xn+1=(a-b*xn)*xn-c-f*xn*yn, где f- возможность гибели жертвы при встрече с хищниками. Yn+1=d*yn+e*xn*yn, где d- скорость уменьшения популяции хищников, e- характеризует величину роста численности хищников за счет жертв.

Критерии оценки самостоятельного практического задания:

- Правильность решения задачи
- Аккуратность оформления.

Тема 3. Условия отбора

Для самостоятельной работы предлагается проработка учебной литературы, работа с дополнительным теоретическим материалом.

Выполнение самостоятельного задания.

Пример задания

Исследовать на устойчивость нулевое решение системы

$$\frac{dx}{dt} = -2x, \quad \frac{dy}{dt} = x - y.$$

Критерии оценки самостоятельного практического задания:

- Правильность решения задачи
- Аккуратность оформления.

Тема 4. Проблема объективного критерия в задаче оптимизации

Для самостоятельной работы предлагается проработка учебной литературы, работа с дополнительным теоретическим материалом.

Выполнение самостоятельного задания.

Пример задания

Исследовать на устойчивость нулевое решение системы

Дана функция R(x) = sin(x+1). Найти максимум на интервале: [-1, 2]. Ошибка задается по x: e=0,05.

Критерии оценки самостоятельного практического задания:

- Правильность решения задачи

- Аккуратность оформления.

Вопросы к зачету по дисциплине Математические модели процессов отбора

1. Динамическая система, фазовое пространство, фазовая переменная, фазовая траектория, фазовый портрет
2. Квазитермодинамическое поведение
3. Конечномерный симплекс, единичный симплекс
4. Достаточные условия близости системы к системе отбора
5. Свойства конечномерного и единичного симплекса.
6. Как ставится оптимизационная задача
7. Условия инвариантности единичного симплекса относительно дифференциального преобразования
8. Корректность условий оптимизационной задачи
9. Закон сохранения массы
10. Критерий в оптимизационной задаче
11. Закон действующих масс
12. Эквивалентные критерии
13. Балансные уравнения, балансный многогранник в системах химической кинетики
14. Принципы Акофа и фон Неймана для задания функции полезности
15. Процесс отбора для систем на единичном симплексе
16. Подход Портера к определению институциональной функции полезности
17. Строгий и нестрогий отбор для систем на единичном симплексе

Вопросы к экзамену по дисциплине Математические модели процессов отбора

1. Динамическая система, фазовое пространство, фазовая переменная, фазовая траектория, фазовый портрет
2. Квазитермодинамическое поведение
3. Конечномерный симплекс, единичный симплекс
4. Достаточные условия близости системы к системе отбора
5. Свойства конечномерного и единичного симплекса.
6. Как ставится оптимизационная задача
7. Условия инвариантности единичного симплекса относительно дифференциального преобразования
8. Корректность условий оптимизационной задачи
9. Закон сохранения массы
10. Критерий в оптимизационной задаче
11. Закон действующих масс
12. Эквивалентные критерии
13. Балансные уравнения, балансный многогранник в системах химической кинетики
14. Принципы Акофа и фон Неймана для задания функции полезности
15. Процесс отбора для систем на единичном симплексе
16. Подход Портера к определению институциональной функции полезности
17. Строгий и нестрогий отбор для систем на единичном симплексе
18. Основная идея системного анализа при определении собственной цели поведения системы
19. Необходимые и достаточные условия отбора для двумерной системы
20. Трудности при определении системой объективного критерия поведения
21. Необходимые условия отбора для системы на конечномерном симплексе
22. Объективный критерий поведения для системы конкурирующих объектов

23. Достаточные условия отбора для системы на конечномерном симплексе.
24. Задача адаптации
25. Интегральный критерий отбора
26. Алгоритм адаптации на основе систем на конечномерном симплексе
27. Временное среднее
28. Классическая постановка задачи оптимального управления
29. Критерии отбора для частных классов систем на единичном симплексе
30. Фазовые ограничения в виде равенств и неравенств
31. Устойчивость состояния равновесия по Ляпунову, асимптотическая устойчивость, глобальная устойчивость на симплексе
32. Принцип максимума Понтрягина для оптимального управления
33. Теоремы Ляпунова об устойчивости применительно к вершине
34. Необходимые условия оптимальности управления для систем на конечномерном симплексе
35. Функция Массье для системы химической кинетики
36. Условия достижения объективным критерием абсолютного максимума на бесконечном времени управления

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Процедуру оценивания регламентируют следующие материалы:

1. Положение о фонде оценочных средств образовательной программы в Национальном исследовательском Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского (ННГУ), утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

2. Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД.

С целью определения уровня овладения компетенциями, закрепленными за дисциплиной, в заданные преподавателем сроки проводится текущий и промежуточный контроль знаний, умений и навыков каждого обучающегося. Все виды текущего контроля осуществляются на занятиях семинарского типа. Процедура оценивания компетенций обучающихся основана на следующих принципах:

1. Периодичность проведения оценки.

2. Многоступенчатость: оценка (как преподавателем, так и студентами группы) и самооценка обучающегося, обсуждение результатов и комплекс мер по устранению недостатков.

3. Единство используемой технологии для всех обучающихся, выполнение условий сопоставимости результатов оценивания.

4. Соблюдение последовательности проведения оценки: предусмотрено, что развитие компетенций идет по возрастанию их уровней сложности, а оценочные средства на каждом этапе учитывают это возрастание. На первом этапе изучения дисциплины идет накопление знаний обучающихся, на проверку которых направлены такое оценочное средство как подготовка рефератов. На следующем этапе изучения дисциплины делается акцент на компонентах «уметь» и «владеть» посредством выполнения типовых заданий с возрастающим уровнем сложности. На заключительном практическом занятии проводится тестирование по дисциплине.

Основное требование к организации системы оценивания и структуры оценочных средств в отношении компетенций как предмета контроля результатов обучения – это требование измеримости.

Достоверность и сопоставимость оценок достигается за счет учета следующих факторов:

- дидактико-диалектической взаимосвязи результатов образования и компетенций;

- формирование и развитие компетенций через усвоение содержания образовательных программ, самой образовательной средой вуза и используемыми образовательными технологиями;

- необходимость оценивания компетенций в квазиреальной деятельности при условии максимального приближения к ситуации будущей практики;

- использование индивидуальных и групповых оценок, взаимооценки (рецензирования студентами работ друг друга, взаимное оппонирование студентами проектов, исследовательских работ, экспертные оценки группами из студентов, преподавателей, работодателей и др.);

- анализ достижений по итогам оценивания с выявлением положительных и отрицательных индивидуальных и групповых результатов и направлений развития.

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Юдин С.В. Математика и экономико-математические модели: Учебник/С.В.Юдин - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 374 с. (доступно в ЭБС «Знаниум», Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=491811)
2. Безруков А.И. Математическое и имитационное моделирование: учеб. пособие / А.И. Безруков, О.Н. Алексенцева. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 227 с. (доступно в ЭБС «Знаниум», Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=811122)
3. Савенкова Н.П. Численные методы в математическом моделировании: Уч. пос./ Н.П. Савенкова и др. - 2 изд., исп. и доп. - М.: АРГАМАК-МЕДИА: ИНФРА-М, 2014. - 176 с. (доступно в ЭБС «Знаниум», Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=455188)

б) дополнительная литература:

1. А.Н. Гармаш, И.В. Орлова, Н.В. Концевая и др Экономико-математические методы в примерах и задачах: Учеб. пос. /.; Под ред. А.Н. Гармаша - М.: Вуз. уч.: НИЦ ИНФРА-М, 2014 – 416 с. (доступно в ЭБС «Знаниум», Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=416547)
2. Кундышева Е.С. Математические методы и модели в экономике: Учебник для бакалавров / Кундышева Е.С.; Под ред. Суслаков Б.А. - М.: Дашков и К, 2017. - 286 с. (доступно в ЭБС «Знаниум», Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=936008)
3. Гетманчук, А. В. Экономико-математические методы и модели [Электронный ресурс]: Учебное пособие для бакалавров / А. В. Гетманчук, М. М. Ермилов. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2013. - 188 с. (доступно в ЭБС "Znanium", Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=415314)
4. Аттетков А.В. Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 270 с. (доступно в ЭБС «Znanium.com», режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=350985)
5. Мастяева И.Н. Методы оптимальных решений: Учебник / Мастяева И.Н., Горемыкина Г.И., Семенихина О.Н. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 384 с. (доступно в ЭБС «Znanium.com», режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=765578)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Федеральный портал «Российское образование» http://www.edu.ru/

2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» http://school-collection.edu.ru/
3. Научная электронная библиотека http://elibrary.ru/
4. Операционная система Microsoft Windows
5. Пакет прикладных программ Microsoft Office
6. Правовая система «Консультант плюс»
7. Правовая система «Гарант».

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Реализация программы предполагает наличие:

- аудиторий для лекционных и практических занятий с необходимым оборудованием;
- компьютерного класса, имеющего компьютеры, объединенные сетью с выходом в Интернет;
- лицензионного (операционная система Microsoft Windows, пакет прикладных программ Microsoft Office) и свободно распространяемого программного обеспечения.
- интернет браузеров (Mozilla Firefox, Google Chrome, Safari, Opera),
- свободного пакета офисных приложений Open Office.

В ходе проведения занятий рекомендуется использовать компьютерные иллюстрации для поддержки различных видов занятий, подготовленные с использованием Microsoft Office или других средств визуализации материала.

Доступ к электронным информационным ресурсам осуществляется в компьютерном классе и библиотеке филиала.

Специальные условия организации обучения по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Организация обучения по дисциплине инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья при наличии таких обучающихся путем создания специальных условий для получения образования.

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии).

В соответствии с Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса, утв. Минобрнауки РФ 08.04.2014 АК-44/05вн при изучении дисциплины предполагается использование социально-активных и рефлексивных методов обучения, технологий социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе.

При освоении дисциплины используются различные сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности обучающихся для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций. Форма проведения промежуточной аттестации для обучающихся-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается с учетом индивидуальных психофизиологических особенностей. По личной просьбе обучающегося с ограниченными возможностями здоровья, изложенной в форме письменного заявления, по дисциплине предусматриваются:

- замена устного ответа на письменный ответ при сдаче зачета или экзамена;
- увеличение продолжительности времени на подготовку к ответу на зачете или экзамене;

- при подведении результатов промежуточной аттестации студентов выставляется максимальное количество баллов за посещаемость аудиторных занятий.