Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
ФИЛИАЛ МГУ В Г. ДУБНЕ

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора

филиала МГУ в г. Дубне

_____/ Э.Э. Боос /

«01» сентября 2025г.

Филиал Московского государственного Университета имени М.В. Ломоносова в городе Дубне

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Моделирование процессов физики высоких энергий

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки / специальность:

01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

Направленность (профиль) ОПОП:

Методы и технологии обработки данных в гетерогенных вычислительных средах

Форма обучения:

очная

Дубна 2025

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" программы магистратуры в редакции приказа МГУ от _____20___ г.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО:
Дисциплина относится к вариативной части ОПОП ВО.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть):

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
Содержание и код компетенции.	**Индикатор (показатель) достижения компетенции**	**Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с индикаторами достижения компетенций**
СПК-1. Способность применять классические и современные математические методы для постановки задач математического моделирования в различных областях науки и техники, осуществлять математическое моделирование физических, технологических и природных процессов	СПК-1.1 Применяет классические и современные математические методы для постановки задач математического моделирования в различных областях науки и техники СПК-1.2. Осуществляет математическое моделирование физических, технологических и природных процессов	**Знать** Физика высоких энергий. Стандартная модель, виды взаимодействий, сечения. Физические объекты в эксперименте. Знакомство с методами регистрации частиц. Общее представления о взаимодействиях элементарных частиц при высоких энергиях. **Уметь** Выполнять установку и инициализацию программных пакетов, реализующих модели низкоэнергетической гравитации. **Иметь навыки** Моделирования процессов физики высоких энергий для решения профессиональных задач

4. Объем дисциплины составляет 3 з.е., в том числе 72 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий:

5.1. Структура дисциплины (модуля) по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в строгом соответствии с учебным планом)

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля), **Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**	**Номинальные трудозатраты обучающегося**			**Всего академических часов**	**Форма текущего контроля успеваемости* (наименование)**
	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, академические часы		**Самостоятельная работа обучающегося, академические часы**		
	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа			
Раздел 1. Процессы физики высоких энергий		2	2	4	опрос
Раздел 2. Начальные сведения о генераторе взаимодействий PYTHIA		2	2	4	контрольная работа
Раздел 3. Основные ключи и параметры генератора PYTHIA		6	6	12	контрольная работа
Раздел 4. Рождение бозона Хиггса стандартной модели		4	4	8	контрольная работа
Раздел 5. Процессы стандартной модели		6	6	12	контрольная работа
Раздел 6. Распады частиц		4	4	8	контрольная работа
Раздел 7. Процессы за рамками стандартной модели в рамках генератора PYTHIA		4	4	8	контрольная работа
Раздел 8. Процессы за рамками стандартной модели в рамках генераторов QBH, BlackMax, Charybdis		4	4	8	контрольная работа
Раздел 9. Анализ событий		4	4	8	контрольная работа

Другие виды самостоятельной работы (отсутствуют)	—	—			—
Промежуточная аттестация (экзамен)				36	
Итого		*36*	*36*	108	—

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
1. 1.	Раздел 1. Процессы физики высоких энергий	Физика высоких энергий. Стандартная модель, виды взаимодействий, сечения. Физические объекты в эксперименте. Знакомство с методами регистрации частиц. Общее представления о взаимодействиях элементарных частиц при высоких энергиях, структуре события (механизмы взаимодействия адронов, взаимодействия на партонном уровне, жесткие и мягкие процессы, гипотеза факторизации, структурные функции, излучение в начальном и конечном состоянии, многократные взаимодействия, схемы фрагментации цветных объектов и распад нестабильных частиц и т.д.), параметрах и характеристиках, описывающих событие.
2. 2.	Раздел 2. Начальные сведения о генераторе взаимодействий PYTHIA	Общие сведения о методе Монте Карло. Задачи и цели моделирования. Место моделирования в современном физическом анализе. Виды и специализация генераторов событий. Установка программного пакета PYTHIA, создание библиотек генератора. Запуск тестовой программы. Основные этапы моделирования и структура управляющей программы (инициализация физического процесса, генерация события, финальный анализ события).
3. 3.	Раздел 3. Основные ключи и параметры генератора PYTHIA	Понятие о блоках переменных. Список физических процессов. Группы процессов. Механизмы взаимодействий. Физические константы и параметры. Кинематические ограничения. Параметры инициализации. Блок кинематических переменных частиц. Коды частиц.
4. 4.	Раздел 4. Рождение бозона Хиггса стандартной модели	Механизмы рождения. Сравнение сечений. Массовое распределение. Множественность частиц в событии. Зависимость сечения и множественности от условий моделирования (энергии взаимодействия, массы бозона, излучения в начальном и конечном

		состоянии, многократных взаимодействий, структурных функции, фрагментации).
5. 5.	Раздел 5. Процессы стандартной модели	Струи КХД. Рождение тяжелых ароматов. Процессы с обменом калибровочным бозоном Z0 (на примере процесса Дрелла-Яна). Парное рождение калибровочных бозонов Z и W. Ассоциированное (совместное) рождение Z бозона и струи.
6.	Раздел 6. Распады частиц	Включение/отключение фрагментации и распадов всех частиц. Включение/отключение распада конкретной частицы по всем возможным каналам. Включение/отключение конкретного распада. Таблица распадов. Распады бозона Хиггса.
7.	Раздел 7. Процессы за рамками стандартной модели в рамках генератора PYTHIA	Мотивации физики за рамками СМ. Расширенный калибровочный сектор. Суперсимметрия. Дополнительные измерения и калуца-кляйновские возбуждения гравитона. Четвертое поколение фермионов. Лептокварки.
8.	Раздел 8. Процессы за рамками стандартной модели в рамках генераторов QBH, BlackMax, Charybdis	Установка и инициализация программных пакетов, реализующих модели низкоэнергетической гравитации. Квазиклассические и квантовые микроскопические черные дыры. Эволюционные сценарии.
9.	Раздел 9. Анализ событий	История события. Список частиц в событии. Таблицы сечений. Кинематика процессов. Переход в другую систему отсчета. Сигнал и фон. Статистическая значимость. Физические объекты и визуализация событий.

6. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости

Примеры тем для устного опроса

1. Оценить отношение интенсивности сильного и электромагнитного взаимодействий.
2. Привести примеры (с диаграммами Фейнмана) характерных процессов для всех типов взаимодействия. Формула Амдала для оценки ускорения вычислений при параллельной реализации алгоритма (программы).

Примеры заданий для контрольных работ на семинарах

Практическая контрольная работа по теме «Начальные сведения о генераторе взаимодействий PYTHIA: основные ключи и параметры»:

1. При моделировании столкновений протонов на LHC учесть

- излучение в начальном и конечном состоянии

- включить/выключить механизм фрагментации

2. При моделировании аннигиляции электрона и позитрона на LEP столкновений протонов на LHC

- проанализировать состав вторичных частиц по ароматам

- оценить влияние излучение множественных взаимодействий

Практическая контрольная работа по темам «Рождение бозона Хиггса стандартной модели»:

1. Вычислить сечение бозона Хиггса для разных механизмов его рождения

2. Оценить число событий рождения бозона Хиггса на LHC, Тэватрон и LEP

3. Оценить число событий множественного рождения бозона Хиггса на LHC и LEP.

Практическая контрольная работа по темам «Процессы стандартной модели»:

1. Определить группу наиболее вероятных процессов СМ (и соответствующий тип взаимодействий) для условий LHC.

2. Определить группу наиболее вероятных процессов СМ (и соответствующий тип взаимодействий) для условий Тэватрон

3. Определить группу наиболее вероятных процессов СМ (и соответствующий тип взаимодействий) для условий LEP

4. Вычислить отношение вероятностей рождения легких и тяжелых кварков на LHC, Тэватрон, LEP. Дать объяснения полученному результату.

Практическая контрольная работа по темам «Распады частиц»:

1. Определить наиболее вероятный распад бозона Хиггса. Сравнить с каналами, в которых был открыт бозон Хиггса. Дать объяснение полученному результату.

2. Определить вероятности распада бозона Хиггса по заданным каналам из таблиц сечений.

Практическая контрольная работа по теме «Процессы за рамками стандартной модели в рамках генератора PYTHIA»:

1. Вычислить сечение нового калибровочного бозона W′ на LHC.

2. Определить число LSP модели MSSM в условиях LHC (значение параметров модели как в генераторе по умолчанию)

3. Вычислить сечение стабилизирующего скаляра модели RS1 (радиона) в условиях FCC (pp, 100 ТэВ)

Практическая контрольная работа по темам «Процессы за рамками стандартной модели в рамках генераторов QBH, BlackMax, Charybdis»:

1. Оценить число микроскопических черных дыр для LHC и FCC

2. Построить зависимость сечения квазиклассических черных дыр от числа дополнительных измерений для LHC и FCC

Практическая контрольная работа по темам «Анализ событий»:

Определить число сигнальных и фоновых событий для

1. калибровочного бозона Z0 на LEP и Тэватрона
2. нового калибровочного бозона Z′ на LHC и FCC
3. КК-гравитона на LHC и FCC

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине, критерии и шкалы оценивания

Вопросы к экзамену

1. Кинематика
   1.1. Построить распределения конечных частиц по импульсу, поперечному импульсу, полярному и азимутальному углам при взаимодействии пучка протонов с энергией 10 ГэВ с покоящимся нейтроном.
   1.2. Вычислить инвариантную массу бозона Хиггса при его распаде на 2 фотона (условия LHC). Построить массовое распределение. Сравнить с табличным значением массы бозона Хиггса.
   1.3. Вычислить псевдобыстроту продуктов распада (электронов) нового калибровочного бозона Z′ (условия FCC). Построить распределение событий по псевдобыстроте в лабораторной системе.
   1.4. Вычислить псевдобыстроту продуктов распада (мюонов) первой КК-моды гравитона в модели RS1 (условия FCC). Построить распределение событий по псевдобыстроте в системе покоя пары мюонов.
2. Множественное рождение частиц
   2.1. Определить среднюю множественность заряженных частиц в событии при взаимодействии двух протонов при энергии 5 ГэВ в с.ц.м. Оценить отношение барионов и мезонов. Что изменится, если один из протонов заменить на антипротон?
   2.2. Определить среднюю множественность заряженных частиц в событии при взаимодействии двух протонов при энергии 540 ГэВ в с.ц.м. Оценить отношение барионов и мезонов. Что изменится, если один из протонов заменить на антипротон?
   2.3. Определить среднюю множественность заряженных частиц в событии при аннигиляции электрон-позитронной пары при энергии 5 ГэВ в с.ц.м. Оценить отношение барионов и мезонов.
3. Партонная модель адронов
   3.1. Вычислить отношение полных сечений взаимодействия отрицательно заряженных пионов и нейтронов к аналогичному сечению взаимодействия нейтрона с нейтроном: piN/NN. Что будет, если отрицательный пион заменить на положительный? Энергию налетающих пионов взять 100 ГэВ, случай покоящейся мишени.
   3.2. То же самое, что для п.1, только вместо нейтронов использовать протоны. Сравнить результаты с п.1. Дать объяснение.
   3.3. То же самое, что для п.1-2, но при энергии 10 ГэВ.

4. Квантовые числа кварков
   4.1. Вычислить отношение сечений аннигиляции электрона и позитрона при энергии 35 ГэВ в с.ц.м. в (а) адроны и (б) пару мюонов. Дать объяснение результату.
   4.2. Вычислить отношение сечений аннигиляции электрона и позитрона при энергии 1000 ГэВ в с.ц.м. в (а) адроны и (б) пару мюонов. Дать объяснение результату.
5. Электрослабые взаимодействия
   5.1. Сравнить вероятности совместного рождения t-кварка и W-бозона при энергиях Тэватрон и LHC.
   5.2. Сравнить вероятности парного образования калибровочных бозонов (WW, ZZ, WZ) при энергиях Тэватрон и LHC.

6. Анализ событий
   6.1. Оценить возможность экспериментального наблюдения нового калибровочного бозона Z' с массой 3 ТэВ по его распадам на пару мюонов. Рассмотреть случай взаимодействия пары протонов при энергии 14 ТэВ и 100 ТэВ. Критерием наблюдения считать значение статистической значимости > 5.
   6.2. Оценить возможность экспериментального наблюдения КК-гравитона с массой 3 ТэВ по его распадам на пару электронов. Рассмотреть случай взаимодействия пары протонов при энергии 14 ТэВ и 100 ТэВ. Критерием наблюдения считать значение статистической значимости > 5.
   6.3. Оценить возможность экспериментального наблюдения КК-гравитона с массой 10 ТэВ по его распадам на пару фотонов. Рассмотреть случай взаимодействия пары протонов при энергии 14 ТэВ и 100 ТэВ. Критерием наблюдения считать значение статистической значимости > 5.
   6.4. Оценить число квазиклассических черных дыр с массой 10 ТэВ. Рассмотреть случай взаимодействия пары протонов при энергии 14 ТэВ и 100 ТэВ.

Примерные темы семинарских заданий

1. Виды взаимодействий и их свойства – характерные значения констант, радиусов, времен и сечений взаимодействий, вид потенциала, переносчики. Процессы аннигиляции электрон-позитронной пары и кварк-антикварковой пары.
2. Установка программного пакета PYTHIA на удаленном сервере под управлением ОС типа Linux. Создание управляющей программы (скрипта) для создания библиотек подпрограмм с помощью набора компиляторов GCC. Подключение библиотеки программ CERNLIB.
3. Инициализации физических процессов. Включение/выключение различных физических механизмов. Выбор значений физических констант и параметров. Задание кинематических ограничений. Выбор взаимодействующих частиц. Задние системы отсчета и энергии взаимодействия. Получение списка кодов частиц. Структура кодов частиц.
4. Создание программ для моделирования взаимодействий пучков протонов на LHC, для моделирования взаимодействий пучков электронов на LEP.
5. Механизмы рождения и соответствующие диаграммы Фейнмана.
6. Создание программы для моделирования рождения бозона Хиггса. Анализ результатов моделирования рождения бозона Хиггса.
7. Моделирование парного рождения бозонов Хиггса.

8. Моделирование характерных процессов стандартной модели: Струи КХД. Рождение тяжелых ароматов.
9. Моделирование характерных процессов стандартной модели: Процесс с обменом калибровочным бозоном Z0 (процесс Дрелла-Яна).
10. Моделирование характерных процессов стандартной модели: Парное рождение калибровочных бозонов Z и W. Ассоциированное (совместное) рождение Z бозона и струи.
11. Общий анализ результатов моделирования процессов стандартной модели.
12. Включение/отключение фрагментации и распадов всех частиц. Включение/отключение распада конкретной частицы по всем возможным каналам. Включение/отключение конкретного распада. Получение таблицы распадов.
13. Моделирование распада бозона Хиггса. Анализ продуктов распада бозона Хиггса.
14. Константы взаимодействий на масштабе ТВО. Элементы размерного анализа.
15. Диаграммы характерных процессов за рамками СМ. Подключение этих процессов в пакете PYTHIA.
16. Моделирование новых нейтральных калибровочных бозонов Z'.
17. Моделирование рождения суперсимметричных частиц.
18. Моделирование калуца-кляйновских возбужденных состояний гравитона, фермионов четвертого поколения и лептокварков.
19. Комплексный анализ сечений характерных процессов за рамками СМ. Сравнение результатов, полученных для энергий LEP, Tevatron, LHC.
20. Установка и инициализация программных пакетов QBH, BlackMax, Charybdis. Моделирование квазиклассических и квантовых микроскопических черных дыр.
21. Комплексный анализ сечений характерных процессов за рамками СМ. Сравнение результатов, полученных для разных эволюционных сценариев.
22. Анализ истории событий и частиц в событии. Вывод таблиц сечений. Анализ кинематики процессов.
23. Определение статистической значимости наблюдаемого процесса на примере рождения нового резонанса со спином 1 и 2. Визуализация события протон-протонного взаимодействия.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине

Оценка / виды оценочных средств	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4 (зачтено)	5 (зачтено)
Знания *(виды оценочных средств: опрос, тесты)*	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения *(виды*	Отсутствие умений	В целом успешное, но не	В целом успешное, но содержащее	Успешное и систематическое

оценочных средств: практические задания)		систематическое умение	отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	умение
Навыки (владения, опыт деятельности) *(виды оценочных средств: выполнение и защита курсовой работы, отчет по практике, отчет по НИР и т.п.)*	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

7. Ресурсное обеспечение:

7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература

1. Красников Н.В. Новая физика на Большом адронном коллайдере / Красников Николай Валерьянович, Матвеев Виктор Анатольевич; РАН. Институт ядерных исследований. - М.: КРАСАНД, 2011. - 208с.: ил. - ISBN 978-5-396-00313-2.
2. Окунь Л.Б. Элементарное введение в физику элементарных частиц / Окунь Лев Борисович. - 2-е изд.,испр.и доп. - М.: Физматлит, 2006. - 128с.: ил. - ISBN 5-9221-0640-6.
3. Окунь Л.Б. Физика элементарных частиц / Окунь Лев Борисович. - 3-е изд.,стер. - М.: Едиториал УРСС, 2005. - 216с. - Прил.:с.141.- Предм.указ.:с.210. - ISBN 5-354-01085-3.
4. Строковский Е.А. Лекции по основам кинематики элементарных процессов / Строковский Евгений Афанасьевич; МГУ им. М.В.Ломоносова; Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д.В. Скобельцына. - М.: Университетская книга, 2010. - 298с.: ил. - Прил.:с.194.-Задачи и упражнения:с.245.-Рек.лит.:с.285. - ISBN 978-5-91304-154-8.

Дополнительная литература

1. Волошин М.Б. Теория калибровочных взаимодействий элементарных частиц /
2. Волошин Михаил Борисович, Тер-Мартиросян Карен Аветикович. - 2-е изд. - М.: Ленанд, 2015. - 298с. - (Физико-математическое наследие: физика (квантовая теория поля и физика элементарных частиц)). – Список лит.:с.288. - ISBN 978-5-9710-1777-6.

7.2. Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства

При реализации дисциплины может быть использовано следующее программное обеспечение:

1. Операционная система Ubuntu 18.04.
2. Программный продукт Dev-C++ Bloodshed Software
3. Программный продукт CodeBlocks The Code::Blocks Team
4. Программный продукт Free Pascal 3.0.0 Free Pascal Team
5. Программный продукт Python 3.5.1 (64-bit) Python Software Foundation

7.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

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

7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Math-Net.Ru [Электронный ресурс] : общероссийский математический портал / Математический институт им. В. А. Стеклова РАН ; Российская академия наук, Отделение математических наук. - М. : [б. и.], 2010. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.
URL: http://www.mathnet.ru

2. Университетская библиотека Online [Электронный ресурс] : электронная библиотечная система / ООО "Директ-Медиа" . - М. : [б. и.], 2001. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц. URL: www.biblioclub.ru

3. Универсальные базы данных East View [Электронный ресурс] : информационный ресурс / East View Information Services. - М. : [б. и.], 2012. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.
URL: www.ebiblioteka.ru

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : информационный портал / ООО "РУНЭБ" ; Санкт-Петербургский государственный университет. - М. : [б. и.], 2005. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.
URL: www.eLibrary.ru

7.5. Описание материально-технического обеспечения.

Филиал МГУ в г. Дубне, ответственный за реализацию данной Программы, располагает соответствующей материально-технической базой, включая современную вычислительную технику, объединенную в локальную вычислительную сеть, имеющую выход в Интернет. Используются специализированные компьютерные классы, оснащенные современным оборудованием.

Материальная база подразделения соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов занятий (лабораторной, практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки) и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом.

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

8.1. Формы и методы преподавания дисциплины

(перечисляются в соответствии с таблицей 5.1.)

Используемые формы и методы обучения:
лекции
семинарские занятия
самостоятельная работа студентов.

В процессе преподавания дисциплины преподаватель использует как классические формы и методы обучения (лекции и семинарские занятия), так и активные методы обучения.

При проведении лекционных занятий преподаватель использует аудиовизуальные, компьютерные и мультимедийные средства обучения, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные (в том числе раздаточные) материалы.

Семинарские занятия проводятся в форме проблемной ситуации, когда некоторый аспект рассмотренной темы излагается преподавателем более подробно. Часть информации конспектируется. Большая часть времени выделена на работу с использованием компьютерной техники и программного обеспечения.

В рамках курса используются активные и интерактивные методы обучения в процессе проведения занятий. Основными особенностями интерактивных занятий являются интерактивные практические упражнения и задания, которые выполняются обучающимися не только и не столько на закрепление изученного материала, но и на самостоятельное изучение нового.

8.2. Методические рекомендации преподавателю

Перед началом изучения дисциплины преподаватель должен ознакомить студентов с видами учебной и самостоятельной работы, перечнем литературы и интернет-ресурсов, формами текущей и промежуточной аттестации, с критериями оценки качества знаний для итоговой оценки по дисциплине.

При проведении лекций, преподаватель:

1) формулирует тему и цель занятия;

2) излагает основные теоретические положения;

3) с помощью мультимедийного оборудования и/или под запись дает определения основных понятий, расчетных формул;

4) проводит примеры из отечественного и зарубежного опыта, дает текущие статистические данные для наглядного и образного представления изучаемого материала;

5) в конце занятия дает вопросы для самостоятельного изучения.

Для семинарских занятий

Подготовка к проведению занятий проводится регулярно. Организация преподавателем семинарских занятий должна удовлетворять следующим требования: количество занятий должно соответствовать учебному плану программы, содержание планов должно соответствовать программе, план занятий должен содержать перечень рассматриваемых вопросов.

Во время семинарских занятий используются словесные методы обучения, как беседа и дискуссия, что позволяет вовлекать в учебный процесс всех слушателей и стимулирует творческий потенциал обучающихся.

При подготовке семинарскому занятию преподавателю необходимо знать план его проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение.

В начале занятия преподаватель должен раскрыть теоретическую и практическую значимость темы занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. В ходе занятия следует дать возможность выступить всем желающим и предложить выступить тем слушателям, которые проявляют пассивность.

Целесообразно, в ходе обсуждения учебных вопросов, задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем, а также поощрять выступление с места в виде кратких дополнений. На занятиях проводится отработка практических умений под контролем преподавателя

8.3. Методические рекомендации студентам по организации самостоятельной работы.

Приступая к изучению новой учебной дисциплины, студенты должны ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке

университета, встретиться с преподавателем, ведущим дисциплину, получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, осуществить запись на соответствующий курс в среде электронного обучения университета.

Глубина усвоения дисциплины зависит от активной и систематической работы студента на лекциях и практических занятиях, а также в ходе самостоятельной работы, по изучению рекомендованной литературы.

На лекциях важно сосредоточить внимание на ее содержании. Это поможет лучше воспринимать учебный материал и уяснить взаимосвязь проблем по всей дисциплине. Основное содержание лекции целесообразнее записывать в тетради в виде ключевых фраз, понятий, тезисов, обобщений, схем, опорных выводов. Необходимо обращать внимание на термины, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставлять в конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющей материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы. Для закрепления содержания лекции в памяти, необходимо во время самостоятельной работы внимательно прочесть свой конспект и дополнить его записями из учебников и рекомендованной литературы. Конспектирование читаемых лекций и их последующая доработка способствует более глубокому усвоению знаний, и поэтому являются важной формой учебной деятельности студентов.

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Прочное усвоение и долговременное закрепление учебного материала невозможно без продуманной самостоятельной работы. Такая работа требует от студента значительных усилий, творчества и высокой организованности. В ходе самостоятельной работы студенты выполняют следующие задачи: дорабатывают лекции, изучают рекомендованную литературу, готовятся к практическим занятиям, к коллоквиуму, контрольным работам по отдельным темам дисциплины. При этом эффективность учебной деятельности студента во многом зависит от того, как он распорядился выделенным для самостоятельной работы бюджетом времени.

Результатом самостоятельной работы является прочное усвоение материалов по предмету согласно программы дисциплины. В итоге этой работы формируются профессиональные умения и компетенции, развивается творческий подход к решению возникших в ходе учебной деятельности проблемных задач, появляется самостоятельности мышления.

Решение задач

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи).

Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом.

Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты.

Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

Задача — это цель, заданная в определенных условиях, решение задачи — процесс достижения поставленной цели, поиск необходимых для этого средств.

Алгоритм решения задач:

1. Внимательно прочитайте условие задания и уясните основной вопрос, представьте процессы и явления, описанные в условии.

2. Повторно прочтите условие для того, чтобы чётко представить основной вопрос, проблему, цель решения, заданные величины, опираясь на которые можно вести поиски решения.

3. Произведите краткую запись условия задания.

4. Если необходимо составьте таблицу, схему, рисунок или чертёж.

5. Определите метод решения задания, составьте план решения.

6. Запишите основные понятия, формулы, описывающие процессы, предложенные заданной системой.

7. Найдите решение в общем виде, выразив искомые величины через заданные.

9. Проверьте правильность решения задания.

10. Произведите оценку реальности полученного решения.

11. Запишите ответ.

9. Разработчик (разработчики) программы.

д.ф.-м.н. С.В. Шматов