

Компонент ОПОП 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и

производств
наименование ОПОП

Б1.О.14
шифр дисциплины

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Дисциплины
(модуля)

Планирование эксперимента

Разработчик (и):

Пономаренко Д.А.
ФИО

доцент
должность

канд. техн. наук
ученая степень, звание

Утверждено на заседании кафедры

Автоматики и вычислительной техники
наименование кафедры

протокол №4 от 23.01.2025 г.

Заведующий кафедрой


подпись

А.В. Кайченков
ФИО

Мурманск 2025

Фонд оценочных средств дисциплины (модуля)

1. Характеристика результатов обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции (части компетенции)	Этапы (индикаторы) освоения компетенций	Уровень освоения компетенции			
		<i>Ниже порогового</i>	<i>Пороговый (базовый)</i>	<i>Продвинутый</i>	<i>Высокий</i>
ПК-15 в части "Способность разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемой продукции, производственных и технологических процессов"	ЗНАТЬ: - основные этапы и принципы планирования активного эксперимента, требования к факторам и совокупности факторов;	Фрагментарные знания этапов и принципов планирования активного эксперимента, а также требований к факторам и совокупности факторов	Общие, но не структурированные знания этапов и принципов планирования активного эксперимента, а также требований к факторам и совокупности факторов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания этапов и принципов планирования активного эксперимента, а также требований к факторам и совокупности факторов	Сформированные систематические знания этапов и принципов планирования активного эксперимента, а также требований к факторам и совокупности факторов
	УМЕТЬ: - строить планы для построения линейных и квадратичных полиномиальных моделей различных объектов; - проводить статистическую обработку полученных экспериментальных данных.	Частично освоенное умение составления планов для построения линейных и квадратичных полиномиальных моделей различных объектов, а также умение проведения статистической обработки полученных экспериментальных данных	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение составления планов для построения линейных и квадратичных полиномиальных моделей различных объектов, а также умение проведения статистической обработки полученных экспериментальных данных	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение составления планов для построения линейных и квадратичных полиномиальных моделей различных объектов, а также умение проведения статистической обработки полученных экспериментальных данных	Сформированное умение составления планов для построения линейных и квадратичных полиномиальных моделей различных объектов, а также умение проведения статистической обработки полученных экспериментальных данных
	ВЛАДЕТЬ: и навыками - проверки воспроизводимости опытов; - расчёта коэффициентов математической модели	Фрагментарное применение навыков проверки воспроизводимости опытов и расчета коэффициентов математической модели	В целом успешное, но не систематическое применение навыков проверки воспроизводимости опытов и расчета коэффициентов математической модели	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков проверки воспроизводимости опытов и расчета коэффициентов математической модели	Успешное и систематическое применение навыков проверки воспроизводимости опытов и расчета коэффициентов математической модели
ПК-17 в части "Способность разрабатывать методики, рабочие планы и программы проведения научных исследований и перспективных технических разработок, подготавливать отдельные	ЗНАТЬ: - особенности использования методов планирования эксперимента для обработки априорной информации; - методы построения математических моделей по натурным испытаниям объ-	Фрагментарные знания особенностей использования методов планирования эксперимента для обработки априорной информации, а также знания методов построения математических моделей по натурным	Общие, но не структурированные знания особенностей использования методов планирования эксперимента для обработки априорной информации, а также знания методов построения математи-	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания особенностей использования методов планирования эксперимента для обработки априорной информации, а также знания методов по-	Сформированные систематические знания особенностей использования методов планирования эксперимента для обработки априорной информации, а также знания методов построения математи-

ные задания для исполнителей, научно-технические отчеты, обзоры и публикации по результатам выполненных исследований"	екта.	испытаниям объекта	ческих моделей по натурным испытаниям объекта	строения математических моделей по натурным испытаниям объекта	лей по натурным испытаниям объекта
	УМЕТЬ: - строить планы эксперимента для обработки априорной информации; - пользоваться программами ЭВМ для расчёта коэффициентов полиномиальных моделей.	Частично освоенное умение построения планов эксперимента для обработки априорной информации и использования программ ЭВМ для расчёта коэффициентов полиномиальных моделей	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение построения планов эксперимента для обработки априорной информации и использования программ ЭВМ для расчёта коэффициентов полиномиальных моделей	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение построения планов эксперимента для обработки априорной информации и использования программ ЭВМ для расчёта коэффициентов полиномиальных моделей	Сформированное умение построения планов эксперимента для обработки априорной информации и использования программ ЭВМ для расчёта коэффициентов полиномиальных моделей
	ВЛАДЕТЬ: - навыками построения и статистической обработки результатов эксперимента с помощью ЭВМ	Фрагментарное применение навыков построения и статистической обработки результатов эксперимента с помощью ЭВМ	В целом успешное, но не систематическое применение навыков построения и статистической обработки результатов эксперимента с помощью ЭВМ	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков построения и статистической обработки результатов эксперимента с помощью ЭВМ	Успешное и систематическое применение навыков построения и статистической обработки результатов эксперимента с помощью ЭВМ

2. Перечень оценочных средств для контроля сформированности компетенций в рамках дисциплины

2.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости:

- комплект заданий для выполнения практических работ
- вопросы по темам/разделам дисциплины (модуля) для подготовки к собеседованию

2.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), в том числе курсовым работам (проектам)/ НИР в форме:

- зачета

Перечень компетенций (части компетенции)	Этапы формирования (индикаторы достижений) компетенций	Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточной аттестации
ПК-15 в части "Способность разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемой продукции, производственных и технологических процессов"	ЗНАТЬ: - основные этапы и принципы планирования активного эксперимента, требования к факторам и совокупности факторов;	Собеседование	Зачет
	УМЕТЬ: - строить планы для построения линейных и квадратичных полиномиальных моделей различных объектов; - проводить статистическую обработку полученных экспериментальных данных.	Практические работы	
	ВЛАДЕТЬ: умениями и навыками - проверки воспроизводимости опытов; - расчёта коэффициентов математической модели	Практические работы	
ПК-17 в части "Способность разрабатывать методики, рабочие планы и программы проведения научных исследований и перспективных технических разработок, подготавливать отдельные задания для исполнителей, научно-технические отчеты, обзоры и публикации по результатам выполненных исследований"	ЗНАТЬ: - особенности использования методов планирования эксперимента для обработки априорной информации; - методы построения математических моделей по натурным испытаниям объекта.	Собеседование	Зачет
	УМЕТЬ: - строить планы эксперимента для обработки априорной информации; - пользоваться программами ЭВМ для расчёта коэффициентов полиномиальных моделей.	Практические работы	
	ВЛАДЕТЬ: - навыками построения и статистической обработки результатов эксперимента с помощью ЭВМ	Практические работы	

3. Критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля знаний, умений, навыков

3.1 Критерии и шкала оценивания практических работ

С целью развития умений и навыков в рамках формируемых компетенций по дисциплине предполагается выполнение практических работ, что позволяет расширить процесс познания, раскрыть понимание прикладной значимости осваиваемой дисциплины.

Перечень практических работ, описание порядка выполнения и защиты работы, требований к результатам работы, структуре и содержанию отчета и т.п. представлен в методических указаниях по дисциплине.

Часть компетенции ПК-15, формируемая и оцениваемая на практических работах №1-7			
Уровень сформированности этапа компетенции			Критерии оценивания
Знаний	Умений	Навыков	
Сформированные систематические знания этапов и принципов планирования активного эксперимента, а также требований к факторам и совокупности факторов	Сформированное умение составления планов для построения линейных и квадратичных полиномиальных моделей различных объектов, а также умение проведения статистической обработки полученных экспериментальных данных	Успешное и систематическое применение навыков проверки воспроизводимости опытов и расчета коэффициентов математической модели	На семействе кривых правильно расставлены точки для эксперимента согласно выбранному плану. Формулы расчёта коэффициентов модели записаны правильно, и расчёт произведён в требуемой последовательности. Статистическая обработка проводится в соответствии с методическими указаниями. Студент имеет полное представление о порядке расчетов в ходе построения прогнозирующих полиномов, владеет различными методами прогнозирования, умеет выбирать наилучший для конкретной ситуации. Правильность и полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы, высокая степень усвоения теоретического материала.
Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания этапов и принципов планирования активного эксперимента, а также требований к факторам и совокупности факторов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение составления планов для построения линейных и квадратичных полиномиальных моделей различных объектов, а также умение проведения статистической обработки полученных экспериментальных данных	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков проверки воспроизводимости опытов и расчета коэффициентов математической модели	Не выполнен хотя бы один из пунктов задания, или выполнены все, но имеется существенный недочет хотя бы в одном. Студент имеет представления о порядке расчетов в ходе построения прогнозирующих полиномов, владеет различными методами прогнозирования. Правильность и полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы, хорошая степень усвоения теоретического материала.
Общие, но не структурированные знания этапов и принципов планирования активного эксперимента, а также требований к факторам	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение составления планов для построения линейных и квадратичных полиномиальных	В целом успешное, но не систематическое применение навыков проверки воспроизводимости опытов и расчета коэффициентов математической модели	Хотя бы один из пунктов задания выполнен. Студент имеет общие представления о порядке расчетов в ходе построения прогнозирующих полиномов. Ответы на вопросы преподавателя при защите работы неполные или неправильные.

и совокупности факторов	ных моделей различных объектов, а также умение проведения статистической обработки полученных экспериментальных данных		
Фрагментарные знания этапов и принципов планирования активного эксперимента, а также требований к факторам и совокупности факторов	Частично освоенное умение составления планов для построения линейных и квадратичных полиномиальных моделей различных объектов, а также умение проведения статистической обработки полученных экспериментальных данных	Фрагментарное применение навыков проверки воспроизводимости опытов и расчета коэффициентов математической модели	Работа в соответствии с заданием не выполнена. Студент не владеет методами расчета прогнозирующих полиномов.
Часть компетенции ПК-17, формируемая и оцениваемая на практических работах №1-7			
Уровень сформированности этапа компетенции			Критерии оценивания
Знаний	Умений	Навыков	
Сформированные систематические знания особенностей использования методов планирования эксперимента для обработки априорной информации, а также знания методов построения математических моделей по натурным испытаниям объекта	Сформированное умение построения планов эксперимента для обработки априорной информации и использования программ ЭВМ для расчёта коэффициентов полиномиальных моделей	Успешное и систематическое применение навыков построения и статистической обработки результатов эксперимента с помощью ЭВМ	На семействе кривых правильно расставлены точки для эксперимента согласно выбранному плану. Формулы расчёта коэффициентов модели записаны правильно, и расчёт произведён в требуемой последовательности. Статистическая обработка проводится в соответствии с методическими указаниями. Студент имеет полное представление о порядке расчетов в ходе построения прогнозирующих полиномов, владеет различными методами прогнозирования, умеет выбирать наилучший для конкретной ситуации. Правильность и полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы, высокая степень усвоения теоретического материала.
Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания особенностей использования методов планирования эксперимента для обработки априорной информации, а также знания методов построения математических моделей по натурным испытаниям объекта	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение построения планов эксперимента для обработки априорной информации и использования программ ЭВМ для расчёта коэффициентов полиномиальных моделей	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков построения и статистической обработки результатов эксперимента с помощью ЭВМ	Не выполнен хотя бы один из пунктов задания, или выполнены все, но имеется существенный недочёт хотя бы в одном. Студент имеет представления о порядке расчетов в ходе построения прогнозирующих полиномов, владеет различными методами прогнозирования. Правильность и полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы, хорошая степень усвоения теоретического материала.
Общие, но не структурированные знания особенностей использования методов планирования эксперимента для	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение построения планов эксперимента для обработки априорной	В целом успешное, но не систематическое применение навыков построения и статистической обработки результатов эксперимента с помощью ЭВМ	Хотя бы один из пунктов задания выполнен. Студент имеет общие представления о порядке расчетов в ходе построения прогнозирующих полиномов. Ответы на вопросы преподавателя при защите ра-

обработки априорной информации, а также знания методов построения математических моделей по натурным испытаниям объекта	информации и использования программ ЭВМ для расчёта коэффициентов полиномиальных моделей		боты неполные или неправильные.
Фрагментарные знания особенностей использования методов планирования эксперимента для обработки априорной информации, а также знания методов построения математических моделей по натурным испытаниям объекта	Частично освоенное умение построения планов эксперимента для обработки априорной информации и использования программ ЭВМ для расчёта коэффициентов полиномиальных моделей	Фрагментарное применение навыков построения и статистической обработки результатов эксперимента с помощью ЭВМ	Работа в соответствии с заданием не выполнена. Студент не владеет методами расчета прогнозирующих полиномов.

3.2 Критерии и шкала оценивания собеседования

Собеседование проводится в ходе защиты выполненных работ по изучаемым темам дисциплины и необходимо для закрепления знаний/умений/навыков в рамках оцениваемых компетенций по дисциплине.

Перечень вопросов к собеседованию:

1. Какие виды задач решаются технологами при экспериментальном исследовании технологических процессов?
2. В чем состоит идея Н. Винера? Как представляется им объект исследования?
3. Что называют откликом и фактором? Какова связь между ними?
4. Как представляется аналитическое выражение функции отклика в теории планирования эксперимента?
5. Как выглядит математическая модель процесса?
6. В чем заключается идея шагового поиска?
7. Какова процедура проверки адекватности модели? Что является критерием ее адекватности?
8. Каковы существуют пути получения выборочных оценок коэффициентов регрессии?
9. Что такое активный эксперимент и каковы его цели?
10. Каковы виды факторов рассматриваются при проведении активного эксперимента?
11. Приведите примеры количественных факторов в инженерной практике.
12. Назовите основные требования, предъявляемые к факторам и их совокупности.
13. Что означает совместимость факторов? Приведите пример несовместимости факторов в исследовании технологических процессов.

14. В чем заключается требование некоррелированности факторов?
15. Какие требования предъявляются к параметру оптимизации в теории планирования эксперимента?
16. Какова основная цель сбора априорной информации о процессе?
17. Что называется полным факторным экспериментом?
18. При каких условиях можно использовать дробный факторный эксперимент?
19. Назовите основные этапы проведения и обработки результатов эксперимента.
20. Что такое воспроизводимость опыта, и по какому критерию он оценивается?
21. Что такое адекватность модели, и по какому критерию она оценивается?
22. Назовите основные достоинства и недостатки ортогональных планов.
23. Назовите основные достоинства и недостатки ротатабельных композиционных и некомпозиционных планов и как они образуются.
24. Что означает композиционность плана? Каким образом это свойство используется при планировании эксперимента?
25. Какова особенность построения математических моделей по априорной информации?
26. В чём заключается сложность статистической обработки полиномиальных моделей полученных по априорной информации, и каковы возможные её решения?
27. Каковы преимущества построения полиномиальной модели по априорной информации?
28. Какие планы чаще всего используются для построения полиномиальной модели?
29. Приведите примеры построения математических моделей по априорной информации, представленной в графическом виде.
30. Приведите примеры построения математических моделей по априорной информации, представленной в табличном виде.
31. В каких случаях используются несимметричные планы $M \times M \times M$?
32. Какие этапы в планировании эксперимента отсутствуют при построении модели по априорной информации?
33. Для каких целей, и на какие вопросы должен дать ответ анализ априорной информации?
34. В чём заключается системный подход к исследованию сложной системы?
35. Назовите основные особенности натурного эксперимента.
36. Назовите основные этапы планирования натурного эксперимента.
37. Изобразите схематическое представление модели объекта в виде «чёрного ящика».

38. На какие группы можно разделить все переменные, определяющие состояние объекта?
39. Какие требования предъявляются к выбору выходного параметра (критерия оптимизации)?
40. Какие требования предъявляются к выбору независимых переменных (факторов)?
41. Что такое совместимость и управляемость факторов?
42. Какие требования предъявляются к совокупности факторов?
43. Назовите планы эксперимента для построения линейных планов. Какими свойствами они обладают?
44. Что такое рандомизация опытов?
45. Как проверить воспроизводимость опытов? По какому критерию она оценивается?
46. По какому критерию оценивается значимость коэффициентов?
47. Что такое адекватность модели? По какому критерию она проверяется?
48. Какие данные необходимы для полной статистической обработки эксперимента?
49. Назовите основные причины незначимости коэффициентов.
50. Назовите достоинства и недостатки полного факторного эксперимента.
51. Какие планы применяются для построения квадратичных моделей?
52. Каковы особенности комплексных испытаний объекта?
53. Назовите требования к выбору параметров комплекса.
54. Каковы особенности плана Бокса-Бенкина?
55. Дайте сравнительную характеристику ОЦКП по трём факторам и плана Бокса-Бенкина.
56. Назовите основное преимущество дробного факторного эксперимента ДФЭ при проведении натурных испытаний.
57. Запишите вид модели, получаемой при ДФЭ.
58. Какую функцию выполняет ЭВМ при обработке экспериментальных данных?
59. Назовите основные особенности использования планирования эксперимента для прогнозирования выходного параметра в зависимости от фактора времени.
60. Назовите условия, при котором возможно прогнозирование объекта методами планирования активного эксперимента.
61. Что такое интерполяция и экстраполяция полинома?
62. Назовите три вида прогнозирования поведения объекта.
63. Как влияет степень интерполяционного и экстраполяционного полиномов на точность воспроизведения функции.

64. Запишите формулу перевода параметра из абсолютного значения к кодированное и наоборот.
65. Назовите основную особенность планирования эксперимента для прогнозирующего полинома, одним из факторов является время.
66. Напишите формулу для расчёта коэффициентов двухфакторной модели.
67. Какие планы эксперимента рекомендуются для построения прогнозирующих полиномов?
68. Какие данные необходимо ввести в программу ЭВМ для построения графиков?
69. Какие методы поиска оптимума относятся к итерационным?
70. Какие методы поиска оптимума относятся к адаптивным?
71. К каким методам относится метод последовательного симплексного планирования?
72. Напишите общую формулу для расчёта координат вершины нового симплекса.
73. Назовите основные достоинства и недостатки метода последовательного симплексного планирования.
74. Что такое симплекс? Дайте определение симплекса как геометрической фигуры.
75. В чём сущность метода Бокса – Уилсона?
76. В чём сущность метода наискорейшего пуска (подъёма)?
77. Какие методы позволяют получить максимум информации о положении оптимума функции отклика?
78. Назовите основные недостатки градиентного метода.

Часть компетенции ПК-15, формируемая и оцениваемая с помощью собеседования			
Уровень сформированности этапа компетенции			Критерии оценивания
Знаний	Умений	Навыков	
Сформированные систематические знания этапов и принципов планирования активного эксперимента, а также требований к факторам и совокупности факторов	Сформированное умение составления планов для построения линейных и квадратичных полиномиальных моделей различных объектов, а также умение проведения статистической обработки полученных экспериментальных данных	Успешное и систематическое применение навыков проверки воспроизводимости опытов и расчета коэффициентов математической модели	Обучающийся полностью раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой, изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно используя терминологию и символику; продемонстрировал сформированность и устойчивость полученных знаний. Возможны одна-две неточности при ответе на дополнительные вопросы, которые обучающийся легко исправил по замечанию преподавателя.
Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания этапов и принципов планирования активного эксперимента, а также требований к	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение составления планов для построения линейных и квадратичных полиномиальных моделей различных	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков проверки воспроизводимости опытов и расчета коэффициентов математической модели	Ответ обучающегося имеет один из недостатков: в изложении вопроса допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, не исправленные по замечанию преподавателя; допущены

факторам и совокупности факторов	объектов, а также умение проведения статистической обработки полученных экспериментальных данных		ошибки или более двух недочетов при освещении дополнительных вопросов, легко исправленные по замечанию преподавателя.
Общие, но не структурированные знания этапов и принципов планирования активного эксперимента, а также требований к факторам и совокупности факторов	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение составления планов для построения линейных и квадратичных полиномиальных моделей различных объектов, а также умение проведения статистической обработки полученных экспериментальных данных	В целом успешное, но не систематическое применение навыков проверки воспроизводимости опытов и расчета коэффициентов математической модели	Обучающийся неполно раскрыл содержание вопроса, но показал общее понимание материала и продемонстрировал умения, достаточные для дальнейшего усвоения программного материала; имеет затруднения или допустил ошибки в определении понятий, использовании терминологии и исправил их после нескольких наводящих вопросов преподавателя.
Фрагментарные знания этапов и принципов планирования активного эксперимента, а также требований к факторам и совокупности факторов	Частично освоенное умение составления планов для построения линейных и квадратичных полиномиальных моделей различных объектов, а также умение проведения статистической обработки полученных экспериментальных данных	Фрагментарное применение навыков проверки воспроизводимости опытов и расчета коэффициентов математической модели	Обучающийся обнаружил полное незнание и непонимание изучаемого материала по дисциплине или не смог ответить ни на один из дополнительных вопросов по изучаемому материалу.
Часть компетенции ПК-17, формируемая и оцениваемая с помощью собеседования			
Уровень сформированности этапа компетенции			Критерии оценивания
Знаний	Умений	Навыков	
Сформированные систематические знания особенностей использования методов планирования эксперимента для обработки априорной информации, а также знания методов построения математических моделей по натурным испытаниям объекта	Сформированное умение построения планов эксперимента для обработки априорной информации и использования программ ЭВМ для расчета коэффициентов полиномиальных моделей	Успешное и систематическое применение навыков построения и статистической обработки результатов эксперимента с помощью ЭВМ	Обучающийся полностью раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой, изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно используя терминологию и символику; продемонстрировал сформированность и устойчивость полученных знаний. Возможны одна-две неточности при ответе на дополнительные вопросы, которые обучающийся легко исправил по замечанию преподавателя.
Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания особенностей использования методов планирования эксперимента для обработки априорной информации, а также знания методов построения математических моделей по натурным испытаниям объекта	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение построения планов эксперимента для обработки априорной информации и использования программ ЭВМ для расчета коэффициентов полиномиальных моделей	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков построения и статистической обработки результатов эксперимента с помощью ЭВМ	Ответ обучающегося имеет один из недостатков: в изложении вопроса допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, не исправленные по замечанию преподавателя; допущены ошибки или более двух недочетов при освещении дополнительных вопросов, легко исправленные по замечанию преподавателя.

ниям объекта			
Общие, но не структурированные знания особенностей использования методов планирования эксперимента для обработки априорной информации, а также знания методов построения математических моделей по натурным испытаниям объекта	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение построения планов эксперимента для обработки априорной информации и использования программ ЭВМ для расчёта коэффициентов полиномиальных моделей	В целом успешное, но не систематическое применение навыков построения и статистической обработки результатов эксперимента с помощью ЭВМ	Обучающийся неполно раскрыл содержание вопроса, но показал общее понимание материала и продемонстрировал умения, достаточные для дальнейшего усвоения программного материала; имеет затруднения или допустил ошибки в определении понятий, использовании терминологии и исправил их после нескольких наводящих вопросов преподавателя.
Фрагментарные знания особенностей использования методов планирования эксперимента для обработки априорной информации, а также знания методов построения математических моделей по натурным испытаниям объекта	Частично освоенное умение построения планов эксперимента для обработки априорной информации и использования программ ЭВМ для расчёта коэффициентов полиномиальных моделей	Фрагментарное применение навыков построения и статистической обработки результатов эксперимента с помощью ЭВМ	Обучающийся обнаружил полное незнание и непонимание изучаемого материала по дисциплине или не смог ответить ни на один из дополнительных вопросов по изучаемому материалу.

4. Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине при проведении промежуточной аттестации

4.1. Критерии и шкала оценивания результатов освоения дисциплины с зачетом

Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине, то он считается аттестованным.

Сформированность компетенций/частей компетенций ПК-15, ПК-17	Оценка¹	Баллы²	Критерии оценивания
<i>Сформированы</i>	<i>Зачтено</i>	60 и более	Выполнены все контрольные точки текущего контроля
<i>Не сформированы</i>	<i>Не зачтено</i>	Менее 60	Контрольные точки не выполнены в полном объеме

5. Задания для внутренней оценки уровня сформированности компетенций

Оценочные материалы содержат задания для оценивания знаний, умений и навыков, демонстрирующие уровень сформированности компетенций.

¹ Баллы соответствуют технологической карте, указанной в РП дисциплины

² Баллы соответствуют технологической карте, указанной в РП дисциплины

Контрольные задания соответствуют принципам валидности, однозначности, надежности и позволяют объективно оценить результаты обучения и уровни сформированности компетенций (части компетенций).

Код и наименование компетенции (части компетенции) ³	Этапы формирования (индикаторы достижений) компетенций	Задание для оценки сформированности компетенции
ПК-15 в части "Способность разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемой продукции, производственных и технологических процессов"	ЗНАТЬ: - основные этапы и принципы планирования активного эксперимента, требования к факторам и совокупности факторов;	Тестовые вопросы
	УМЕТЬ: - строить планы для построения линейных и квадратичных полиномиальных моделей различных объектов; - проводить статистическую обработку полученных экспериментальных данных.	Тестовое задание
	ВЛАДЕТЬ: умениями и навыками - проверки воспроизводимости опытов; - расчёта коэффициентов математической модели	Тестовое задание
ПК-17 в части "Способность разрабатывать методики, рабочие планы и программы проведения научных исследований и перспективных технических разработок, подготавливать отдельные задания для исполнителей, научно-технические отчеты, обзоры и публикации по результатам выполненных исследований"	ЗНАТЬ: - особенности использования методов планирования эксперимента для обработки априорной информации; - методы построения математических моделей по натурным испытаниям объекта.	Тестовые вопросы
	УМЕТЬ: - строить планы эксперимента для обработки априорной информации; - пользоваться программами ЭВМ для расчёта коэффициентов полиномиальных моделей.	Тестовое задание
	ВЛАДЕТЬ: - навыками построения и статистической обработки результатов эксперимента с помощью ЭВМ	Тестовое задание

5.1. Комплекс заданий сформирован таким образом, чтобы осуществить процедуру проверки одной компетенции у обучающегося в течение 5-10 минут в письменной или устной формах.

Содержание комплекса заданий по вариантам:

Вариант 1

Вариант 1

- 1) Что такое эксперимент (с точки зрения планирования эксперимента)?
 - a) Совокупность действий, направленных на изменение состояния объекта
 - b) Воспроизводство явлений природы
 - c) Целенаправленное воздействие на объект исследования с целью получения достоверной информации
 - d) Физическое воздействие на объект исследования с целью изменения его свойств

³ В соответствии с учебным планом

- 2) В чём заключается основная цель планирования эксперимента?
- a) Наиболее точное воспроизводство требуемого физического явления
 - b) Получение результатов эксперимента наиболее точно подходящих к теории описывающей физическое явление
 - c) Решение задачи обратной сопоставимости объекта исследования и физического явления
 - d) Достижение максимальной точности измерений при минимальном количестве проведённых опытов и сохранении статистической достоверности результатов
- 3) Что НЕ относится к основным определениям планирования эксперимента?
- a) Чёрный ящик
 - b) Отклик
 - c) Фактор
 - d) Сопоставимость
- 4) Что такое фактор?
- a) Независимые переменные, влияющие на исследуемый объект
 - b) Уравнение, описывающее исследуемый объект
 - c) Множество состояний объекта
 - d) Управляемые переменные, влияющие на исследуемый объект
- 5) Что такое отклик?
- e) Реакция исследуемого объекта на воздействие
 - f) Функция, описывающая входные воздействия
 - g) Воздействия внешней среды на объект
 - h) Математическая модель объекта
- 6) Что НЕ относится к классификации факторов?
- a) Управляемые и неуправляемые
 - b) Наблюдаемые и ненаблюдаемые
 - c) Изучаемые и неизучаемые
 - d) Функциональные и нефункциональные
- 7) Что называется функцией отклика?
- a) Функциональная зависимость выходного параметра от входных
 - b) Координационное пространство, на осях которого откладывают значения исследуемых факторов
 - c) Набор состояний системы
 - d) Фиксированный набор уровней-факторов
- 8) Как представляют объект исследования?
- a) В виде «чёрного ящика»
 - b) Как многоуровневая модель
 - c) Как координационное пространство
 - d) С помощью функции отклика

- 9) Какая модель эксперимента существуют?
- Полный факторный эксперимент
 - Полный откликный эксперимент
 - Простой эксперимент
 - Пассивный эксперимент
- 10) Какая модель эксперимента существуют?
- Дробный факторный эксперимент
 - Оптимальный эксперимент
 - Полифакторный эксперимент
 - Активный эксперимент
- 11) Что рекомендуют делать, чтобы исключить влияние системных ошибок?
- Рандомизация экспериментов
 - Многократное повторение эксперимента
 - Сопоставление требуемых результатов с полученными
- 12) Что такое поверхность отклика?
- Общее число откликов
 - Геометрический образ математической модели объекта
 - Множество реакций
 - Сопутствующие реакции

Шкала оценивания комплексного задания

Оценка (баллы) ⁴	Критерии оценки
5 «отлично»	90-100 % правильных ответов
4 «хорошо»	70-89 % правильных ответов
3 «удовлетворительно»	50-69 % правильных ответов
2 «неудовлетворительно»	49% и меньше правильных ответов

Сформированность компетенций (этапов) у обучающихся проводится в соответствии с оценочной шкалой.

⁴ Сформированность компетенций (этапов) у обучающихся проводится в соответствии с оценочной шкалой.

5.2 Алгоритм, критерии и шкала оценивания сформированности компетенции

Этапы формирования (индикаторы достижений) компетенций	Оценочное средство	Результаты оценивания задания*	Результат оценивания этапа формирования компетенции**	Результат оценивания сформированности компетенции (части компетенций)***
Часть компетенции ПК-15				
Знать	Тестовые вопросы	от 2 до 5 баллов	от 2 до 5 баллов	от 2 до 5 баллов
Уметь	Тестовое задание	от 2 до 5 баллов	от 2 до 5 баллов	
Владеть	Тестовое задание	от 2 до 5 баллов	от 2 до 5 баллов	
Часть компетенции ПК-17				
Знать	Тестовые вопросы	от 2 до 5 баллов	от 2 до 5 баллов	от 2 до 5 баллов
Уметь	Тестовое задание	от 2 до 5 баллов	от 2 до 5 баллов	
Владеть	Тестовое задание	от 2 до 5 баллов	от 2 до 5 баллов	

Уровень сформированности компетенции в целом или ее части оценивается по шкале от 2 до 5 баллов:

- *менее 2,5 баллов* – уровень сформированности компетенции ниже порогового;
- *2,5-3,4 балла* – пороговый (базовый) уровень сформированности компетенции;
- *3,5-4,4 балла* – продвинутый уровень, компетенция сформирована в полном объеме;
- *4,5-5 баллов* – высокий уровень сформированности компетенции.

* Оценка результатов выполнения каждого задания проводится по шкале от 2 до 5 баллов: (5 - «отлично», 4 - «хорошо», 3 - «удовлетворительно» и 2 - «неудовлетворительно»).

** Оценка сформированности компетенции по каждому этапу (индикатору) предполагает расчет среднего арифметического баллов, набранных по всем заданиям проверки этапа сформированности компетенции.

*** Результаты оценивания сформированности компетенции в целом или ее части (согласно РП) определяются как среднее арифметическое баллов, набранных по всем этапам формирования компетенции.

Уровень сформированности компетенций (части компетенции)	Характеристика уровня
Высокий (отлично)	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. ИЛИ Задание для проверки уровня сформированности компетенции выполнено полностью.
Продвинутый (хорошо)	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками ИЛИ Задание для проверки уровня сформированности компетенции выполнено на 70-89%.
Пороговый (базовый) (удовлетворительно)	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки ИЛИ Задание для проверки уровня сформированности компетенции выполнено на 50-69%.
Ниже порогового (неудовлетворительно)	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки ИЛИ Задание для проверки уровня сформированности компетенции не выполнено.