

Компонент ОПОП 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и  
производств  
наименование ОПОП  
Б1.О.09  
шифр дисциплины

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Дисциплины  
(модуля)

Специальные разделы теории автоматического управления

Разработчик (и):

Кайченев А.В.  
ФИО

Утверждено на заседании кафедры

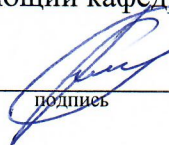
Автоматики и вычислительной техники  
наименование кафедры

протокол №6 от 21.03.2024 г.

Заведующий кафедрой  
должность

Заведующий кафедрой

Д-р. техн. наук, доцент  
ученая степень, звание

  
подпись

А.В. Кайченев  
ФИО

Мурманск 2024

# 1. Критерии и средства оценивания компетенций и индикаторов их достижения, формируемых дисциплиной (модулем)

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Код и наименование индикатора(ов) достижения компетенции <sup>1</sup>               | Результаты обучения по дисциплине (модулю) <sup>2</sup>                                                            |                                                                                           |                                                                                                           | Соответствие Кодексу ПДНВ <sup>3</sup> | Оценочные средства текущего контроля <sup>4</sup>                                                                                                         | Оценочные средства промежуточной аттестации <sup>5</sup> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                     | <i>Знать</i>                                                                                                       | <i>Уметь</i>                                                                              | <i>Владеть</i>                                                                                            |                                        |                                                                                                                                                           |                                                          |
| ОПК-12<br><br>Способен разрабатывать и оптимизировать алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования технологических процессов, создавать программы изготовления деталей и узлов различной сложности на станках с числовым программным управлением, проектировать алгоритмы функционирования гибких производственных систем. | ИД-3ОПК-12<br>Проектирует алгоритмы функционирования гибких производственных систем | основные принципы оптимального и адаптивного управления, алгоритмы и структуры систем идентификации с наблюдателем | подбирать режимы работы и параметры систем идентификации и систем с регулятором состояния | навыками настройки ПИД-регулятора и регулятора состояния, методикой идентификации по переходному процессу | н/д                                    | - комплект заданий для выполнения практических работ;<br>- тестовые задания;<br>- типовые задания по вариантам для выполнения расчетно-графической работы | Экзаменационные билеты<br>Результаты текущего контроля   |

<sup>1</sup> Указываются только те индикаторы, которые закреплены за дисциплиной (модулем) в соответствии с РПД

<sup>2</sup> В соответствии с РПД

<sup>3</sup> Для специальных дисциплин образовательных программ в области подготовки членов экипажей морских судов (для остальных образовательных программ столбец можно удалить)

<sup>4</sup> Указать только те оценочные средства, которые применяются для текущего контроля по дисциплине(модулю)

<sup>5</sup> Указать только те оценочные средства, которые применяются при промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

## 2. Оценка уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)

| Показатели оценивания компетенций (индикаторов их достижения) | Шкала и критерии <sup>6</sup> оценки уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               | Ниже порогового<br>(«неудовлетворительно»)                                                                                                                                                                                         | Пороговый<br>(«удовлетворительно»)                                                                                                                                                                                                                                | Продвинутый<br>(«хорошо»)                                                                                                                                                                                                                          | Высокий<br>(«отлично»)                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Полнота знаний</b>                                         | Уровень знаний принципов оптимального и адаптивного управления ниже минимальных требований.<br>При проверке знаний имели место грубые ошибки.                                                                                      | Минимально допустимый уровень знаний принципов оптимального и адаптивного управления.<br>При проверке знаний допущены негрубые ошибки.                                                                                                                            | Уровень знаний принципов оптимального и адаптивного управления в достаточном объеме, соответствующем программе подготовки.<br>При проверке знаний допущены некоторые погрешности.                                                                  | Уровень знаний принципов оптимального и адаптивного управления в полном объеме.                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Наличие умений</b>                                         | При выполнении типовых заданий по системам идентификации и/или регуляторам состояния не продемонстрированы основные умения.<br>Основные задания не выполнены или выполнены с грубыми ошибками.                                     | Продemonстрированы основные умения.<br>Выполнены типовые задания по системам идентификации и/или регуляторам с негрубыми ошибками.<br>Выполнены все задания, но не в полном объеме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)                                       | Продemonстрированы все основные умения по системам идентификации и/или регуляторам.<br>Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями.<br>Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.                             | Продemonстрированы все основные умения по системам идентификации и/или регуляторам.<br>Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей.<br>Задания выполнены в полном объеме без недочетов.                                                                      |
| <b>Наличие навыков (владение опытом)</b>                      | При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы базовые навыки настройки ПИД-регулятора и регулятора состояния.<br>Имели место грубые ошибки.                                                                             | Имеется минимальный набор навыков настройки ПИД-регулятора и регулятора состояния для выполнения стандартных заданий с некоторыми недочетами.                                                                                                                     | Продemonстрированы базовые навыки настройки ПИД-регулятора и регулятора состояния при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочетами.                                                                                                      | Продemonстрированы все основные навыки настройки ПИД-регулятора и регулятора состояния при выполнении стандартных заданий без ошибок и погрешностей.<br>Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.                                                                 |
| <b>Характеристика сформированности компетенции</b>            | Компетенции фактически не сформированы.<br>Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.<br><br>ИЛИ<br>Зачетное количество баллов не набрано согласно установленному диапазону | Сформированность компетенций соответствует минимальным требованиям.<br>Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач.<br><br>ИЛИ<br>Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону | Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям.<br>Имеющихся знаний, умений, навыков достаточно для решения стандартных профессиональных задач.<br><br>ИЛИ<br>Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону | Сформированность компетенций полностью соответствует требованиям.<br>Имеющихся знаний, умений, навыков в полной мере достаточно для решения сложных, в том числе нестандартных, профессиональных задач.<br><br>ИЛИ<br>Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону |

<sup>6</sup> Критерии могут быть уточнены/изменены на усмотрение разработчика ФОС

### 3. Критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля

#### 3.1 Критерии и шкала оценивания практических работ

Перечень практических работ, описание порядка выполнения и защиты работы, требования к результатам работы, структуре и содержанию отчета и т.п. представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МГТУ.

| Оценка/баллы <sup>7</sup>  | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Отлично</b>             | Задание выполнено полностью и правильно. Отчет по практической работе подготовлен качественно в соответствии с требованиями. Полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.                                         |
| <b>Хорошо</b>              | Задание выполнено полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены. |
| <b>Удовлетворительно</b>   | Задания выполнены частично с ошибками. Демонстрирует средний уровень выполнения задания на практическую работу. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.                                                      |
| <b>Неудовлетворительно</b> | Задание выполнено со значительным количеством ошибок на низком уровне. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены.<br>ИЛИ<br>Задание не выполнено.                                                                 |

#### 3.2 Критерии и шкала оценивания расчетно-графической работы

Перечень контрольных заданий, рекомендации по выполнению представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МГТУ.

В ФОС включен типовой вариант расчетно-графической работы.

Передаточная функция объекта управления:

$$W(p) = \frac{1}{p^3 + 3p^2 + 3p + 1}$$

Произвести расчет коэффициентов ПИД-регулятора с помощью инженерных методов настройки (метод Циглера-Никольса и метод Копеловича для аналогового регулятора, метод Такахаши для цифрового регулятора)

---

<sup>7</sup> Шкала оценивания определяется разработчиком ФОС

| Оценка/баллы <sup>8</sup>  | Критерии оценивания                                                                                                                                                                  |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Отлично</i>             | Работа выполнена полностью, без ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием непонимания материала).                                                           |
| <i>Хорошо</i>              | Работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны, допущена одна негрубая ошибка или два-три недочета, не влияющих на правильную последовательность рассуждений. |
| <i>Удовлетворительно</i>   | В работе допущено более одной грубой ошибки или более двух-трех недочетов, но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.                                        |
| <i>Неудовлетворительно</i> | В работе есть грубые ошибки и недочеты<br>ИЛИ<br>Контрольная работа не выполнена.                                                                                                    |

#### 4. Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении промежуточной аттестации

##### 4.1 Критерии и шкала оценивания результатов освоения дисциплины (модуля) с экзаменом

Для дисциплин (модулей), заканчивающихся экзаменом, результат промежуточной аттестации складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля и при проведении экзамена:

В ФОС включен список вопросов и заданий к экзамену и типовой вариант экзаменационного билета:

Вопрос 1: Какие параметры регулятора подлежат настройке при реализации аналоговых типовых законов регулирования? Поясните влияние каждого из них на качество регулирования.

Вопрос 2: Что подразумевается под инженерными методами настройки аналоговых регуляторов? Поясните методы Циглера-Никольса и Копеловича.

Вопрос 3: Какие параметры регулятора подлежат настройке при реализации цифровых типовых законов регулирования? Поясните влияние каждого из них на качество регулирования.

Вопрос 4: Что подразумевается под инженерными методами настройки цифровых регуляторов? Поясните методы Циглера-Никольса и Копеловича.

Вопрос 5: По какой информации об объекте управления производится настройка регуляторов инженерными методами?

Вопрос 6: Что такое оптимальный регулятор? Какие интегральные оценки используются для оптимальной настройки регуляторов?

Вопрос 7: На чём основан выбор интегральной оценки для настройки регулятора в АСР? Приведите примеры.

Вопрос 8: Как производится настройка оптимального регулятора с использованием программы PID Optimize Viewer?

Вопрос 9: Какую роль играет учёт ограничения на управляющий сигнал при оптимизации регулятора?

<sup>8</sup> Шкала оценивания определяется разработчиком ФОС

Вопрос 10: Что такое идентификация объекта управления? примеры системы идентификации с наблюдателем.

Вопрос 11: Какую роль в СНСИ с наблюдателем играет обратная модель объекта управления и наблюдатель?

Вопрос 12: Приведите обобщённую схему СНСИ с наблюдателем и поясните её.

Вопрос 13: Поясните переход от передаточной функции объекта управления к его описанию в пространстве состояния?

Вопрос 14: Что такое адаптивные системы управления? Приведите пример адаптивной АСР, построенной на базе СНСИ с наблюдателем.

Вопрос 15: Чем определяется выбор порядка модели объекта управления в адаптивной системе. Как влияет понижение порядка модели объекта управления на качество управления? Каковы критерии выбора порядка модели объекта управления?

Вопрос 16: Как производится настройка оптимального регулятора состояния? Приведите обобщённую схему настройки на примере программы motorAdapt.

| Оценка                     | Критерии оценки ответа на экзамене                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Отлично</b>             | Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса. Владеет специальной терминологией, демонстрирует общую эрудицию в предметной области, использует при ответе ссылки на материал специализированных источников, в том числе на Интернет-ресурсы. |
| <b>Хорошо</b>              | Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет специальной терминологией на достаточном уровне; могут возникнуть затруднения при ответе на уточняющие вопросы по рассматриваемой теме; в целом демонстрирует общую эрудицию в предметной области.                                                                                    |
| <b>Удовлетворительно</b>   | Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, плохо владеет специальной терминологией, допускает существенные ошибки при ответе, недостаточно ориентируется в источниках специализированных знаний.                                                                                                                               |
| <b>Неудовлетворительно</b> | Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, не владеет специальной терминологией, не ориентируется в источниках специализированных знаний.<br>Нет ответа на поставленный вопрос.                                                                                                                |

Оценка, полученная на экзамене, переводится в баллы («5» - 20 баллов, «4» - 15 баллов, «3» - 10 баллов) и суммируется с баллами, набранными в ходе текущего контроля.

| Итоговая оценка по дисциплине (модулю) | Суммарные баллы по дисциплине (модулю), в том числе <sup>9</sup> | Критерии оценивания                                                               |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Отлично</b>                         | 91 - 100                                                         | Выполнены все контрольные точки текущего контроля на высоком уровне. Экзамен сдан |
| <b>Хорошо</b>                          | 81-90                                                            | Выполнены все контрольные точки текущего контроля. Экзамен сдан                   |
| <b>Удовлетворительно</b>               | 70- 80                                                           | Контрольные точки выполнены в неполном объеме. Экзамен сдан                       |

<sup>9</sup> Баллы соответствуют технологической карте

**5. Задания диагностической работы** для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках внутренней и внешней независимой оценки качества образования

ФОС содержит задания для оценивания знаний, умений и навыков, демонстрирующих уровень сформированности компетенций и индикаторов их достижения в процессе освоения дисциплины (модуля).

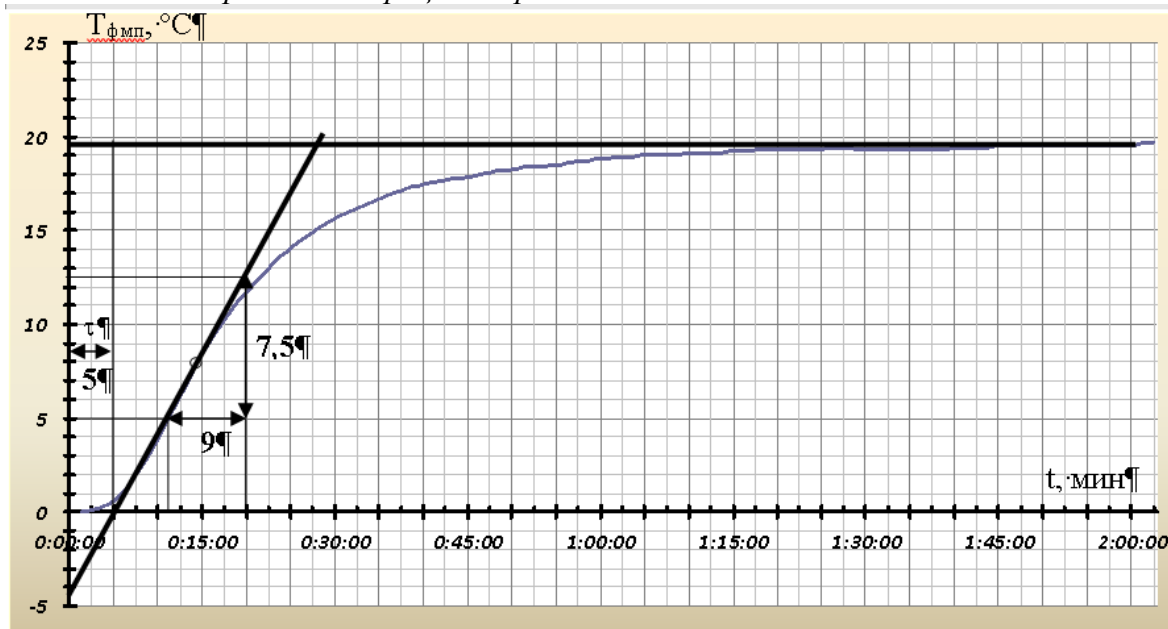
Комплект заданий разработан таким образом, чтобы осуществить процедуру оценки каждой компетенции, формируемых дисциплиной (модулем), у обучающегося в письменной форме.

Содержание комплекта заданий включает: *тестовые задания*<sup>10</sup>

**Комплект заданий диагностической работы**

**ОПК-12** Способен разрабатывать и оптимизировать алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования технологических процессов, создавать программы изготовления деталей и узлов различной сложности на станках с числовым программным управлением, проектировать алгоритмы функционирования гибких производственных систем.

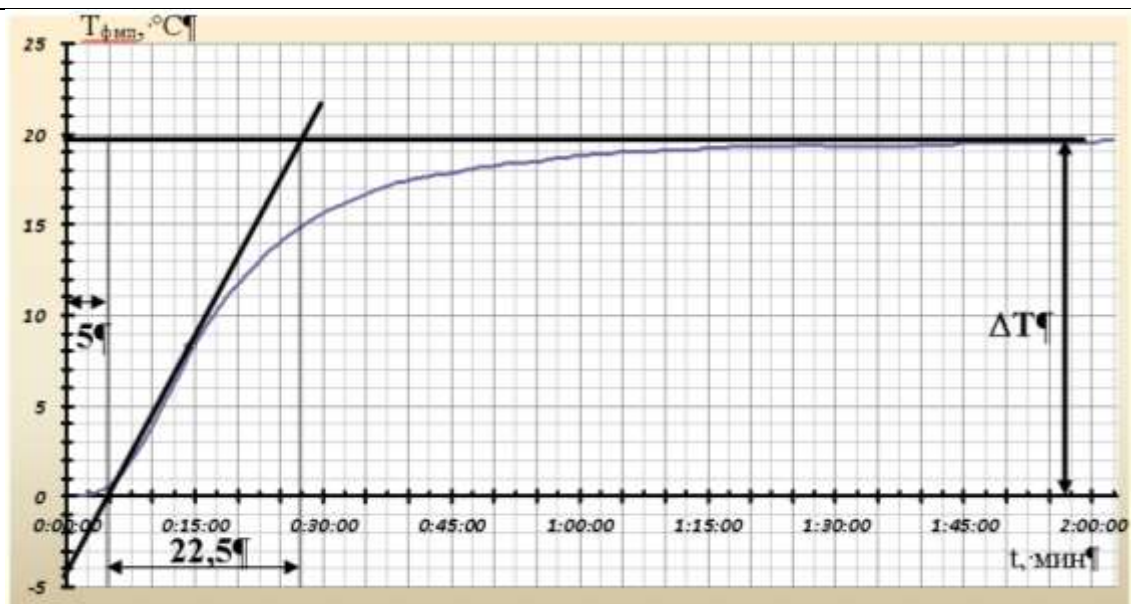
1. Рассчитайте значение коэффициента  $K_p$  для ПИ-регулятора по методу Циглера-Никольса для переходного процесса при  $\Delta P = 100$



- А.  $K_p=28,57$   
 Б.  $K_p=34,28$   
 В.  $K_p=25,71$

2. Рассчитайте значение коэффициента  $K_p$  для П-регулятора по на апериодический переходный процесс по методу Копеловича для переходной характеристики

<sup>10</sup> Письмо Минобрнауки России от 28.02.2022 № МН-5/339 «О направлении методических рекомендаций» (вместе с «Методическими рекомендациями по применению аккредитационных показателей по образовательным программам высшего образования, утвержденных приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 25 ноября 2021 г. № 1094»)



- А.  $K_p=6,89$
- Б.  $K_p=13,77$
- В.  $K_p=21,81$

