Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волжский государственный университет водного транспорта"

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.О.Д23 Автоматизация судовождения

Профиль	Судовождение на морских и внутренних водных путях
Институт	«Морская академия»
Кафедра	Кафедра судовождения и безопасности судоходства
Специальность	26.05.05 Судовождение

1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Курсы
		5
Лекции	8 Часы	8
Лабораторные работы	8 Часы	8
СРС	83 Часы	83
Экзамен	9 Часы	9

2. Место дисциплины в структуре ООП

Код дисциплины	Наименование блока	Трудоемкость дисциплины, з.е.
Б.1.О.Д23	Блок 1 Дисциплины (модули) (Обязательная часть)	3

3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лабораторные работы	СРС	Экзамен	Всего
1	Раздел 1 Цели и задачи автоматизации процесса судовождения. Место автоматизации процесса судовождения в интегрированной системе комплексной судовой автоматизации.	0,5 Часы	0,5 Часы	8 Часы		9 Часы
2	Раздел 2 Принципы автоматизации навигационного и инерциального счисления пути судна.	0,5 Часы	0,5 Часы	8 Часы		9 Часы
3	Раздел 3 Алгоритмы определения координат места судна и основные методы их программной реализации.	0,5 Часы	1 Часы	6,5 Часы		8 Часы
4	Раздел 4 Информационная и математическая модели задачи расхождения судов.	1,5 Часы	0,5 Часы	7 Часы		9 Часы
5	Раздел 5 Возможность стабилизации судна на траектории автоматизации процесса расхождения судов.	0,5 Часы	1 Часы	4,5 Часы		6 Часы
6	Раздел 6 Принципы построения интегрированных систем навигации. Преимущества и недостатки автономных и неавтономных систем определения координат места судна. .	0,5 Часы	0,5 Часы	8 Часы		9 Часы
7	Раздел 7 Современные интегрированные системы навигации и перспективы развития их аппаратурного и программного обеспечения.	0,5 Часы	0,5 Часы	8 Часы		9 Часы
8	Раздел 8 Комплексирование навигационных измерений. Навигационные фильтры. Фильтр Калмана. Понятие целостности интегрированных систем навигации.	0,5 Часы	1 Часы	5,5 Часы		7 Часы
9	Раздел 9 Основные понятия теории автоматического регулирования. Основные принципы построения систем стабилизации судна на траектории и на курсе.	0,5 Часы	0,5 Часы	8 Часы		9 Часы
10	Раздел 10 Составление уравнений динамики для системы стабилизации судна на курсе. Динамическое позиционирование	1,5 Часы	0,5 Часы	6 Часы		8 Часы

11	Раздел 11 Международные конвенции СОЛАС, МАРПОЛ и ПДНВ-78 и их влияние на развитие систем автоматизации процесса судовождения.	0,5 Часы	1 Часы	6,5 Часы		8 Часы
12	Раздел 12 Раздел 15 Правил Российского морского регистра судоходства. Тенденции изменения функциональных обязанностей судоводителей в зависимости от развития систем автоматизации процесса судовождения.	0,5 Часы	0,5 Часы	7 Часы		8 Часы

4. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие у обучающегося следующих компетенций:

№ п/п	компетенции	Индикатор достижения		
		Знать	Уметь	Владеть
1	Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, обеспечивая выполнение требований информационной безопасности	ОПК-5З.1 Знает принципы работы современных информационных технологий, применяемых при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-5У.1 Умеет применять основные информационные технологии и программные средства, которые используются при решении задач профессиональной деятельности; использовать полученные навыки работы с изучаемыми системами в работе с другими программами	ОПК-5В.1 Владеет навыками применения современных информационных технологий при решении задач профессиональной деятельности
2	Способен исполнять процедуры безопасности и порядок действий при авариях; переход с дистанционного/автоматического на местное управление всеми системами	ПК-31.З.1 Знать принципы перевода систем дистанционно управляемых систем на местное управление;	ПК-31.У.1 Уметь выполнять перевод систем дистанционно управляемых систем на местное управление;	ПК-31.В.1 Владь навыками перевода систем дистанционно управляемых систем на местное управление;
3	Способен обеспечить безопасное плавание судна путем использования информации от навигационного оборудования и систем, облегчающих процесс принятия решений	ПК-5.З.1 Знает погрешности систем и эксплуатационные аспекты навигационных систем	ПК-5.У.1 Оценивать навигационную информацию, получаемую из всех источников, включая радиолокатор и САРП, с целью принятия решений и выполнения команд для избежания столкновения и для управления безопасным плаванием судна	ПК-5.В.1 Навыками оценки навигационной информации, получаемой из всех источников, включая радиолокатор и САРП, с целью принятия решений и выполнения команд для избежания столкновения и для управления безопасным плаванием судна

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие у обучающегося следующих требуемых Международной конвенцией о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года стандартов компетентности:

№ п/п	Таблица	Функция	Сфера компетентности
1	A-II/2. Спецификация минимального стандарта компетентности для капитанов и старших помощников капитана судов валовой вместимостью 500 или более	A-II/2-1. Судовождение на уровне управления	A-II/2-1.6. Обеспечение безопасного плавания путем использования информации от навигационного оборудования и систем, облегчающих процесс принятия решений
2	A-II/2. Спецификация минимального стандарта компетентности для капитанов и старших помощников капитана судов валовой вместимостью 500 или более	A-II/2-1. Судовождение на уровне управления	A-II/2-1.9. Действия при авариях, возникающих во время плавания

5. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение программы

5.1 Помещения и оборудование

№ п/п	Вид помещений	Оснащение помещений	№ помещений
1	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	оборудование и технические средства обучения (Парты (47 ед.); Мультимедийное оборудование (1 ед.) (568))	568
2	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду университета	568

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

№ п/п	Наименование
1	Microsoft Office Professional Plus 2016 (Договор №44/109-15 от 28.12.2015 (бессрочно))
2	Microsoft Office ProPlus 2013 (Договор №44/59-18 от 09.04.2018 (бессрочно))

5.3 Карта обеспеченности печатными и(или) электронными изданиями и электронными образовательными ресурсами

№ п/п	Наименование источника	Год издания	Ресурс	Количество экземпляров
1	Крайнова, В.В. Методические указания по организации и выполнению внеаудиторной (самостоятельной) работы [Электронный ресурс] : для преподавателей и студ.по направлениям подготовки (спец.) высш.и сред.проф.образования / В. В. Крайнова ; ВГУВТ. - Н.Новгород, 2018. - 1 текст/файл. - Авторский вариант. – Режим доступа: http://94.100.87.24:8080/MarcWeb/Tmp/f15520.pdf	2 018	Электронный ресурс	0
2	Дерябин, В.В.;Автоматизация судовождения;учеб.пособие;Дерябин, В.В.-СПб.,Лань; URL: https://e.lanbook.com/book/143114 ;<null>	2 020	Электронный ресурс	0
3	Тихонов, В.И.;Авторулевой "Печора-1";учебно-метод.пособие для студентов: [по направлению подготовки 26.05.05];Бажанкин, Ю.В.Тихонов, В.И.Ундалов, В.А.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 023	Электронный ресурс	0
4	Тихонов, В.И.;Автоматизированные системы обеспечения безопасности движения судов;метод.указания к выполнению лабор.работ для студентов: [по направлению подготовки 26.05.05];Бажанкин, Ю.В.Тихонов, В.И.Ундалов, В.А.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 023	Электронный ресурс	0
5	Хвостов, Р.С.;Организация образовательного процесса при реализации конвенционной подготовки и самостоятельной работы курсантов;справочное пособие для курсантов: [по направлению подготовки 26.05.05];Хвостов, Р.С.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 023	Электронный ресурс	0
6	Хвостов, Р.С.;Организация образовательного процесса при реализации конвенционной подготовки и самостоятельной работы курсантов;справочное пособие для курсантов: [по направлению подготовки 26.05.05];Хвостов, Р.С.-Н.Новгород,ВГУВТ; <null> ;	2 023	Текст	50

Программа предусматривает возможность применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Электронная информационно-образовательная среда университета с возможностью доступа к информационно- телекоммуникационной сети "Интернет" - Режим доступа: http://www.eios.vsuwt.ru/.

5.4 Современные профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование
1	Статистический сборник: Транспорт в России- Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1136983505312
2	Центральная база статистических данных - Режим доступа: http://cbsd.gks.ru/

5.5 Информационные справочные системы

№ п/п	Наименование
1	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» - Режим доступа: http://www.consultant.ru (договор от 02.02.2015 г.)
2	Справочная правовая система «Гарант» - Режим доступа: http://www.garant.ru (договор 62/16 от 01.09.2016 г. - бессрочный)
3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» - Режим доступа: http://www.consultant.ru (договор от 02.02.2015 г.)
4	Справочная правовая система «Гарант» - Режим доступа: http://www.garant.ru (договор 62/16 от 01.09.2016 г. - бессрочный)

6. Оценочные и методические материалы

Оценочные и методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, являются приложением к программе.

№ п/п	Индикатор достижения компетенций	Сфера компетентности (МК ПДНВ)	Контролируемые разделы (темы)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения		Процедура оценивания	Критерии оценивания результата обучения и шкала оценивания			
				Вид контроля	Форма контроля		2	3	4	5
							не зачтено	зачтено		
1	ОПК-5З.1, ОПК-5У.1, ОПК-5В.1, ПК-31.З.1, ПК-31.У.1, ПК-31.В.1, ПК-5.З.1,ПК-5.У.1,ПК-5.В.1	А-II/2-1.6.,А-II/2-1.9.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	Текущий контроль	Лабораторная работа	Ответы на вопросы	Работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов: если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно	Работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы, если в ходе проведения опыта, измерений, вычислений и наблюдений были допущены ошибки	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов, измерений, вычислений и наблюдений; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; но допускает несколько недочетов, оформление отчета согласно установленным требованиям; при защите отчета обучающийся ответил в основном на все контрольные вопросы	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов, измерений, вычислений и наблюдений; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; оформление отчета согласно установленным требованиям; при защите отчета обучающийся ответил на все контрольные вопросы

2	ОПК-5З.1, ОПК-5У.1, ОПК-5В.1, ПК-31.З.1, ПК-31.У.1, ПК-31.В.1, ПК-5.З.1,ПК-5.У.1,ПК-5.В.1	А-II/2-1.6.,А-II/2-1.9.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	Текущий контроль	Лабораторная работа	Длительность задания 90 минут. Количество заданий - 15 вариантов	Работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов: если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно	Работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы, если в ходе проведения опыта, измерений, вычислений и наблюдений были допущены ошибки	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов, измерений, вычислений и наблюдений; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; но допускает несколько недочетов, оформление отчета согласно установленным требованиям; при защите отчета обучающийся ответил в основном на все контрольные вопросы	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов, измерений, вычислений и наблюдений; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; оформление отчета согласно установленным требованиям; при защите отчета обучающийся ответил на все контрольные вопросы
3	ОПК-5З.1, ОПК-5У.1, ОПК-5В.1, ПК-31.З.1, ПК-31.У.1, ПК-31.В.1, ПК-5.З.1,ПК-5.У.1,ПК-5.В.1	А-II/2-1.6.,А-II/2-1.9.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	Текущий контроль	Лабораторная работа	Длительность задания 90 минут. Количество заданий - 15 вариантов	Работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов: если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно	Работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы, если в ходе проведения опыта, измерений, вычислений и наблюдений были допущены ошибки	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов, измерений, вычислений и наблюдений; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; но допускает несколько недочетов, оформление отчета согласно установленным требованиям; при защите отчета обучающийся ответил в основном на все контрольные вопросы	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов, измерений, вычислений и наблюдений; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; оформление отчета согласно установленным требованиям; при защите отчета обучающийся ответил на все контрольные вопросы

4	ОПК-5З.1, ОПК-5У.1, ОПК-5В.1, ПК-31.З.1, ПК-31.У.1, ПК-31.В.1, ПК-5.З.1,ПК-5.У.1,ПК-5.В.1	А-II/2-1.6.,А-II/2-1.9.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	Промежуточная аттестация	Экзамен	Ответы на вопросы билета	Незнание или непонимание обучающимся основного материала; на большую часть вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов	Знания имеют фрагментарный характер, отличаются поверхностностью и малой содержательностью; содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные вопросы билета; нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала	Знания имеют достаточный содержательный уровень, однако отличаются слабой структурированностью; раскрыто содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы; недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета	Знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные; обучающийся свободно владеет научными понятиями; логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете; обучающийся демонстрирует умение вести диалог и вступать в научную дискуссию
5	ОПК-5З.1, ОПК-5У.1, ОПК-5В.1, ПК-31.З.1, ПК-31.У.1, ПК-31.В.1, ПК-5.З.1,ПК-5.У.1,ПК-5.В.1	А-II/2-1.6.,А-II/2-1.9.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	Промежуточная аттестация	Итоговый тест	Ответы на тест	0-49% правильных ответов	50-69% правильных ответов	70-89% правильных ответов	90-100% правильных ответов

ВВЕДЕНИЕ

Применение авторулевых избавляет судоводителя от однообразных перекладок руля для удержания судна на заданном курсе. Кроме того, авторулевой позволяет повысить техническую скорость судна на 2–4% за счет уменьшения тормозящего действия отклоненного руля, так как правильно отрегулированный авторулевой уменьшает углы перекладки руля и делает меньшее количество перекладок, чем опытный рулевой.

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

1.1. Назначение и основные технические данные

Авторулевой «Печора-1» предназначен для автоматического управления судном по заданному курсу, а также для автоматического изменения курса судна с заданной угловой скоростью поворота.

Кроме того, он позволяет перекладывать рулевой орган судна на любые углы правого и левого борта от нуля до максимально возможного и, следовательно, управлять судном при маневрировании и прохождении узкостей.

Авторулевой «Печора-1» устанавливается на суда, имеющие рулевое устройство с одной секторной рулевой машиной и электроприводом, работающим по системе «генератор – двигатель».

Другие модификации авторулевого «Печора» могут устанавливаться на суда с двумя секторными, а также с одной или двумя электрогидравлическими рулевыми машинами.

Для водоизмещающих судов в полном грузу, движущихся со скоростью не менее 6 узлов (при виде управления «Автомат», оптимально выбранных коэффициента обратной связи «КОС» и производной), авторулевой «Печора-1» обеспечивает следующую точность удержания судна на курсе: при волнении моря менее трех баллов средняя величина рыскания не превышает ±1°; при волнении от трех до пяти баллов – ±3°; на мелководье – ±4°; при снижении скорости движения до четырех узлов – ±4°. При волнении бо-

лее пяти баллов обеспечивается надежная работа системы управления, однако величина рыскания при этом не регламентируется.

Авторулевой «Печора-1» обеспечивает следующие виды управления: автоматическое, циркуляцию, следящее и простое.

При следовании прямым курсом длительное время рекомендуется использовать вид управления «Автомат», освобождающий рулевого от необходимости непрерывно управлять перекладкой руля. Коэффициент обратной связи и величина сигнала производной подбираются в зависимости от гидродинамических свойств судна и условий плавания такими, чтобы величина рыскания судна была наименьшей при минимальном числе перекладок руля.

При необходимости осуществления плавных поворотов судна рекомендуется использовать вид управления «Циркуляция».

В штормовую погоду, в целях уменьшения износа рулевой машины, переключатель чувствительности следует установить в положение «Грубо» и изменением «КОС» постараться уменьшить нагрузку на рулевую машину, уменьшить число перекладок руля.

При следовании в узкостях, швартовке и выходе из порта рекомендуется использовать вид управления «Следящий», как наиболее удобный.

В случае наличия неисправностей в следящих системах следует перейти на вид управления «Простой», который является резервным и позволяет выполнять все необходимые операции по маневрированию судна.

В комплект авторулевого «Печора-1» входят следующие приборы: пульт управления (ПУ), станция электроэлементов (СЭ) и рулевой датчик (РД).

1.2. Описание приборов авторулевого

1.2.1. Пульт управления

Пульт управления является основным прибором авторулевого, с которого осуществляются все виды дистанционного управления рулем. Внешний вид пульта управления представлен на рис. 1.

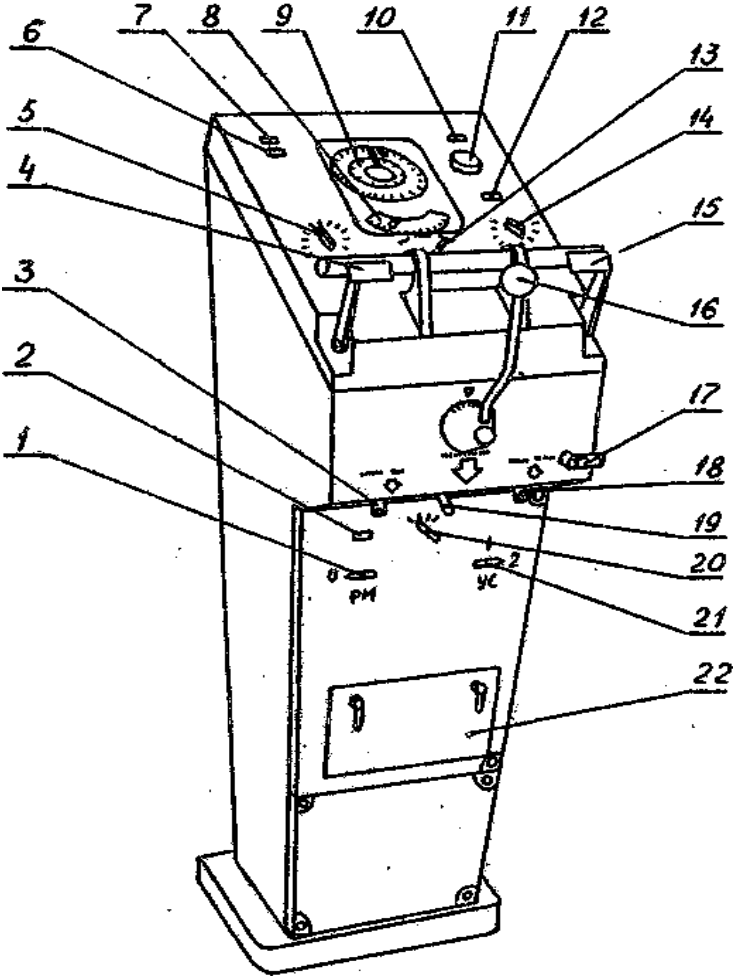

Рис. 1. Внешний вид пульта управления
авторулевого «Печора-1»

Корпус прибора литой, водозащищенного исполнения, крепится к палубе ходовой рубки четырьмя болтами без амортизаторов.

Все органы управления и шкалы расположены на двух откидных крышках и на лицевой стороне корпуса прибора.

На пульте управления имеются три крышки: верхняя, средняя и нижняя. Верхняя и средняя крышки поворачиваются па петлях, причем верхняя крышка фиксируется в откинутом положении. Для обеспечения водозащищённости все крышки затягиваются специальными болтами. На средней крышке имеется еще одна быстрооткрывающаяся крышка 22 для доступа к предохранителям.

На скошенной части верхней крышки расположены: окно 8 для шкалы аксиометра, окно 9 для шкалы репитера гирокомпаса, гнездо 11 для ключа согласования шкалы курса, закрытое специальной крышкой, рукоятка переключателя видов управления 13, педали простого управления 4 и 15, ручка переключателя коэффициента обратной связи 14 со шкалой на 11 положений, ручка 5 потенциометра для регулировки сигнала производной угла поворота судна со шкалой от 0 до 1, окна сигнальных ламп с надписями «Автомат» 10, «Следящий» 7, «Простой» 6 и «Авария ГК» 12.

На лицевой стороне корпуса между верхней и средней крышками размещены: (см. рис. 1) рукоятка управления перекладкой руля 16 при видах управления «Следящий» и «Циркуляция», ручка переключателя чувствительности авторулевого 19 на два положения «Грубо» и «Точно», две ручки 3 и 18 потенциометров регулировки подсветки шкал и сигнальных ламп, устройство 17 для фиксации рукоятки управления 16.

На внешней стороне средней крышки размещены: ручка переключателя запуска рулевой машины 1, ручка переключателя усилителей 21, окно 2 сигнальной лампы запуска рулевой машины, ручка 20 переключателя сигнала об уходе судна с курса на 4 положения.

В нижней части корпуса пульта управления размещены: блоки коррекции БК1 и БК2, служащие для выработки сигналов производной и интеграла от угла изменения курса судна, усилители У1 и У2, клеммные платы и сальники для ввода кабелей межприборного монтажа.

Плата с предохранителями расположена на специальном кронштейне на средней крышке. С внутренней стороны быстроот-

крывающейся крышки находятся щипцы для снятия предохранителей и комплект запасных предохранителей.

В верхней части корпуса прибора ПУ расположены управляющие элементы схемы, объединенные в механизм прибора ПУ, доступ к отдельным частям которого облегчен поворотом этого механизма относительно горизонтальной оси с фиксацией в откинутом положении.

1.2.2. Станция электроэлементов

Станция электроэлементов предназначена для размещения в ней электроэлементов, а также для удобства разводки кабельных линий. Она устанавливается в машинном отделении судна либо в другом месте, обеспечивающем минимальный расход кабеля.

Конструктивно станция электроэлементов представляет собой прибор водозащищенного исполнения, в котором установлены контакторы для шунтирования добавочного сопротивления в цепи обмотки возбуждения исполнительного электродвигателя в системе «генератор – двигатель», трансформаторы, конденсаторы, демпфирующие контуры и клеммные платы.

На боковых стенках корпуса имеются сальники для ввода кабелей. Верхняя крышка обеспечивает свободный доступ ко всем электроэлементам.

1.2.3. Рулевой датчик

Рулевой датчик предназначен для выработки сигналов обратной связи от истинного положения руля для электрической схемы авторулевого и для рулевых указателей. Размещается рулевой датчик в румпельном отделении судна и связан тягой с баллером руля.

Конструктивно рулевой датчик представляет собой прибор герметичного исполнения. Состоит из корпуса и крышки. В нижней части корпуса выведен валик с рычагом. Рычаг связан с баллером руля. Над рычагом установлена шкала положения руля. Четыре сальника для ввода кабелей размещены на боковой стенке кор-

пуса. В приборе размещены сельсины-датчики следящей системы, вырабатывающие сигнал отрицательной обратной связи, пропорциональный положению руля, сельсин-датчик, вырабатывающий сигнал истинного положения руля для рулевых указателей, электрические ограничители, состоящие из микровыключателей и кулачков, клеммные платы.

2. ПРИНЦИП РАБОТЫ АВТОРУЛЕВОГО ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ УПРАВЛЕНИЯ

2.1. Простое управление

Простое дистанционное управление осуществляется педальным устройством. Этот вид управления является резервным и позволяет перекладывать руль судна на любой угол правого и левого борта.

Для осуществления простого управления переключатель видов управления необходимо установить в положение «Простой». При этом па пульте управления должна загореться сигнальная лампа «Простой».

В авторулевом «Печора-1» простое управление осуществляется следующим образом (рис. 2): при нажатии педали «Лево» или «Право» замыкаются контакты соответствующего микропереключателя, и напряжение от судовой сети подается на вход фазочувствительного устройства тиристорного усилителя У. Одновременное нажатие педалей невозможно, так как они механически заблокированы. С выхода усилителя сигнал определенной величины и полярности через станцию электроэлементов СЭ поступает на обмотку возбуждения генератора системы «генератор – двигатель». Исполнительный электродвигатель РМ при получении соответствующего напряжения с генератора производит перекладку руля. Руль при этом будет перекладываться до тех пор, пока будет нажата педаль, либо пока не сработают электрические ограничители перекладки руля. Таким образом, угол перекладки руля пропорционален времени удержания педали в нажатом положении. Для возврата руля в диаметральную плоскость необходимо нажать другую

педаль и в момент подхода руля к диаметральной плоскости отпустить ее.

Текущее положение руля указывается аксиометром, работа которого обеспечивается сельсинной парой СДА – СПА.

2.2. Следящее управление

Для перехода на следящее управление переключатель видов управления необходимо установить в положение «Следящий». При этом на пульте управления должна загореться сигнальная лампа «Следящий». При повороте рукоятки управления 16 (см. рис. 1) поворачивается кинематически связанный с ней ротор задающего сельсина поворота рукоятки СДПР (см. рис. 2), с которого на вход усилителя У подается напряжение, пропорциональное углу поворота рукоятки управления. С выхода усилителя через станцию электроэлементов СЭ напряжение поступает на обмотку возбуждения генератора системы «генератор – двигатель». Исполнительный двигатель РМ, подключенный к выходу генератора, осуществляет перекладку руля. Напряжение обратной связи, снимаемое с сельсина-датчика обратной связи СДОС в приборе РД, подается на вход усилителя У в противофазе с напряжением задающего сельсина СДПР. Исполнительный двигатель РМ будет до тех пор перекладывать руль, пока напряжение от задающего сельсина СДПР не будет скомпенсировано напряжением обратной связи. В результате руль будет переложен на угол, пропорциональный углу отклонения рукоятки 16.

При возвращении рукоятки управления в вертикальное положение руль возвращается в диаметральную плоскость.

2.3. Автоматическое управление

Вид управления «Автомат» позволяет автоматически удерживать судно на заданном курсе и выполнять плавные повороты судна при переходе с одного заданного курса на другой (вид управления «Циркуляция»).

Переключатель видов управления в этом случае необходимо установить в положение «Автомат». На пульте управления должна загореться сигнальная лампа «Автомат». Принимающий сельсин курса СПΨ подключается к сельсину-датчику гирокомпаса.

Если судно идет заданным курсом, то подвижный индекс (ПИ) репитера гирокомпаса совмещен с неподвижным, а ротор задающего сельсина курса ЗССΨ находится в нулевом положении. Следовательно, напряжение на входе усилителя У равно нулю, и руль находится в диаметральной плоскости судна.

Отклонение судна от заданного курса будет воспринято гирокомпасом, который через сельсинную синхронную связь развернет роторы принимающих сельсинов курса СПГК и СПΨ.

Репитерный сельсин СПГК при этом развернет шкалы грубого и точного отсчета курса, а автоматный сельсин СПΨ через механический дифференциал Дф развернет ротор задающего сельсина курса ЗССΨ, а также связанный с ним подвижный индекс.

Переменное напряжение с задающего сельсина курса ЗССΨ, суммируясь с сигналом, который вырабатывается блоком коррекции БК, поступает на вход усилителя У.

Управляющий сигнал с выхода усилителя У через станцию электроэлементов СЭ подается на обмотку возбуждения генератора системы «генератор – двигатель». Исполнительный двигатель рулевой машины РМ осуществляет перекладку руля (в зависимости от фазы и величины управляющего сигнала) в соответствующую сторону так, чтобы судно возвратилось на прежний заданный курс.

Для различных условий плавания и в зависимости от маневренных качеств судна при одной и той же величине рыскания требуется различная величина перекладки руля для возврата судна на заданный курс. Отношение величины изменения курса Ψ к величине перекладки руля $\alpha_{\text{р}}$ называется коэффициентом обратной связи «КОС», характеризующим степень эффективности руля, то есть

$$\text{КОС} = \Psi / \alpha_{\text{р}} .$$

Изменение «КОС» осуществляется путем подачи различного напряжения возбуждения на сельсин-датчик обратной связи СДОС, расположенный в приборе РД. В схеме предусмотрено одиннадцать значений «КОС»: 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 1,0; 1,2; 1,5; 1,8; 2,0.

В целях улучшения стабилизации судна на заданном курсе в закон управления введен сигнал, пропорциональный скорости изменения курса, вырабатываемый электронным дифференцирующим устройством блока коррекции БК. Величина этого сигнала устанавливается потенциометром регулировки производной с диапазоном изменения от нуля до единицы.

Устанавливаемая величина сигнала производной зависит от маневренных качеств судна и условий плавания (скорости хода, загрузки судна, погодных условий и т. п.) и должна быть такой, чтобы обеспечить удержание судна на курсе с заданной точностью при минимальном количестве перекладок руля.

В случае асимметричного рыскания судна на вход усилителя У поступает также сигнал, пропорциональный интегралу от угла отклонения судна от курса. Этот сигнал также вырабатывается в блоке коррекции БК электронным интегрирующим устройством и предназначен для того, чтобы любое асимметричное рыскание судна превратить в симметричное.

Для контроля за точностью удержания судна на курсе в режиме управления «Автомат» служит контактное устройство, расположенное на задающем сельсине ЗССΨ и включающее сигнал об уходе судна с заданного курса на угол более трех, шести или девяти градусов (в зависимости от установки переключателя на средней крышке пульта управления авторулевого).

Если при движении судна постоянным курсом с использованием авторулевого «Печора-1», работающего при виде управления «Автомат», необходимо перейти на другой заданный курс, то не обязательно переходить на вид управления «Следящий» или «Простой», а можно воспользоваться видом управления «Циркуляция». Для этого достаточно отклонить от вертикального нулевого положения рукоятку 16 и (если предполагается достаточно продолжительный поворот) зафиксировать ее в отклоненном положении специальным фиксирующим устройством.

При повороте рукоятки 16 разворачивается кинематически связанный с ней ротор сельсина СДПР (см. рис. 2), выполняющий в этом режиме роль задатчика циркуляции. Переменное напряжение, снимаемое с фазной обмотки сельсина СДПР, подается через выпрямитель на якорь электродвигателя М через соответствующие

контакты двух реле, включение которых производится в зависимости от направления отклонения рукоятки управления 16.

Электродвигатель М со скоростью, пропорциональной углу поворота рукоятки управления, начнет через механический дифференциал Дф разворачивать ротор сельсина курса ЗСС Ψ, который, в свою очередь, выдаст сигнал перекладки руля через усилительный тракт на рулевую машину РМ.

Судно начнет поворачиваться в ту сторону, в которую отклонена рукоятка управления 16. Поворот судна будет замечен гирокомпасом, и принимающий автоматный сельсин курса СП Ψ, связанный электрически с гирокомпасом, начнет отворачивать через тот же дифференциал Дф ротор курсового сельсина ЗСС Ψ в противоположную сторону, стремясь вернуть его в нулевое положение.

После окончания переходного процесса, когда судно перейдет в установившийся период циркуляции, скорость отработки сельсина СП Ψ будет равна заданной угловой скорости поворота судна, и эта скорость отработки сельсина СП Ψ уравновесит на дифференциале скорость вращения электродвигателя циркуляции М. Система придет в установившееся состояние, однако ротор сельсина ЗСС Ψ, подвижный индекс и руль судна будут отклонены от своих нулевых положений на угол, пропорциональный углу поворота рукоятки управления 16.

При выходе судна на новый заданный курс, то есть когда значение нового заданного курса на картушке репитера гирокомпаса подойдет под подвижный индекс, необходимо установить рукоятку управления 16 в нулевое положение, сняв ее с фиксатора. Электродвигатель циркуляции М мгновенно остановится. Сельсин СП Ψ не только вернет ротор сельсина курса ЗСС Ψ в нулевое положение, но и отклонит его в противоположную сторону для обеспечения перекладки руля в сторону, противоположную повороту судна на циркуляции, то есть для прекращения циркуляционного движения судна и выхода его на новый заданный курс.

При переходе на вид управления «Следящий» или «Простой» осуществляется возврат ротора курсового сельсина ЗСС Ψ в нулевое положение в случае, если он находился в этот момент в ненулевом положении.

3. ИНСТРУКЦИЯ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ

3.1. Общее наблюдение и уход

Личному составу, занятому обслуживанием авторулевого «Печора-1», необходимо изучить всю техническую документацию, прилагаемую к системе.

В период навигации аппаратура должна всегда находиться в состоянии готовности к действию. Во время эксплуатации авторулевого необходимо постоянно производить плановопредупредительные осмотры: еженедельные, ежемесячные и полугодовые.

Необходимо следить за герметичностью и водозащищенностью приборов путем периодической проверки уплотнения крышек и сальников. Проверять надежность крепления узлов, механизмов, приборов и монтажа, надежность затяжки винтов и гаек, не залитых краской, надежность включения, отключения, фиксации переключателей и контактных групп, наличие смазки в кинематических звеньях приборов, надежность перемычек заземления. Обнаруженные неисправные или износившиеся элементы необходимо своевременно заменять новыми из ЗИПа, имеющегося на судне.

Раз в неделю необходимо производить наружный осмотр приборов и проверять работоспособность авторулевого.

Не реже одного раза в месяц дополнительно следует проверять сопротивление изоляции между корпусом и каждой из соединительных клемм на платах приборов. (Перед измерением сопротивления изоляции необходимо отсоединить провода от клемм 1 и 2 платы 1 усилителей 1 и 2). Сопротивление изоляции, измеренное 500-вольтовым мегаомметром, в холодном состоянии должно быть не менее двух МОм, в нагретом состоянии – не менее одного МОма.

Раз в полгода дополнительно к проверкам, приведенным выше, необходимо производить внутренний осмотр всех приборов авторулевого, проверять и заменять смазку приборов согласно заводской инструкции.

Результаты периодических осмотров необходимо заносить в формуляр и судовой журнал.

3.2. Проверка работоспособности

Проверка работоспособности авторулевого выполняется в следующем порядке.

1. Произвести внешний осмотр приборов.

2. Подать питание в схему рулевых указателей и убедиться в том, что разность между показанием по шкале рулевой машины и стрелки указателя истинного положения руля не превышает ±1°.

3. Переключатель видов управления па пульте установить в положение «Простой», а переключатель усилителей в положение «Усилитель-1».

4. Подать на авторулевой питание переключателем «РМ». При этом должна загореться лампа сигнализации включения схемы привода, лампы подсветки шкал и сигнальная лампа «Простой».

5. Проверить синхронную связь сельсина-датчика гирокомпаса и принимающего сельсина в пульте управления, согласовав их положение (показания курса) с помощью специального ключа.

6. Нажать педаль «право руля» и не отпускать её до остановки руля в положении, соответствующем показанию стрелки указателя положения руля 35° право.

7. Нажать педаль «лево руля» и не отпускать её до остановки руля в положении, соответствующем показанию стрелки указателя положения руля 35° лево.

8. Вернуть руль в диаметральную плоскость.

9. Переключатель усилителей перевести в положение «Усилитель-2» и проверить работу авторулевого по пунктам 6–8 настоящей инструкции.

10. Переключатель видов управления перевести в положение «Следящий». При этом должна загореться сигнальная лампа «Следящий».

11. Поворотом рукоятки управления 16 вправо задать угол перекладки руля 30° и убедиться по показанию стрелки аксиометра в пульте управления в том, что отработка производится с точностью ±2°.

12. Поворотом рукоятки управления на еще больший угол убедиться в обеспечении пределов перекладки 35°.

13. Поворотом рукоятки управления 16 влево вернуть руль в диаметральную плоскость.

14. Аналогично пунктам 11–13 проверить перекладку руля на левый борт.

15. Переключатель усилителей перевести в положение «Усилитель-1» и проверить работу авторулевого при виде управления «Следящий» по пунктам 11–14 настоящей инструкции.

16. Установить переключатель видов управления в положение «Автомат». При этом должна загореться сигнальная лампа «Автомат».

17. Проверить работу электрических ограничителей перекладки руля. Для этого поворачивать рукоятку управления до прекращения перекладки руля влево, а затем вправо. Пределы углов перекладки должны соответствовать 35°.

18. Проверить работу блоков коррекции БК1 и БК2, вырабатывающих сигналы, пропорциональные производной и интегралу от угла изменения курса.

18.1. Для проверки сигнала производной необходимо:

-выключить питание «РМ», открыть верхнюю крышку пульта управления и откинуть механизм прибора ПУ наверх до фиксации его в откинутом положении;

-снять концы с плат П2/1 и П2/3, П4/1 и П4/3 в механизме прибора ПУ и соединить их между собой (закоротить);

-закоротить клеммы 9 и 10 платы 1 блока коррекции;

-опустить на место механизм прибора ПУ и закрыть верхнюю крышку;

-рукоятку регулировки сигнала производной установить в положение «1», а рукоятку переключателя «КОС» в положение «0,5»;

-включить питание «РМ», отклонить рукоятку управления 16 вправо (при этом стрелка указателя положения руля должна отклониться вправо на угол не менее 20°);

-возвратить рукоятку управления 16 в нулевое положение. Стрелка указателя положения руля также должна вернуться в нулевое положение;

-повторить проверку поворотом рукоятки управления 16 в левую сторону;

-перевести переключатель усилителей в положение «Усилитель-2» и повторить проверку наличия сигнала производной.

После окончания проверки выключить питание «РМ» и восстановить монтаж.

18.2. Для проверки интегрирующего устройства необходимо:

-включить питание «РМ»;

-установить рукоятку регулировки сигнала производной в положение «0», а переключатель «КОС» в положение «1»;

-сместить подвижный индекс на 2–3 градуса влево (вправо) поворотом рукоятки управления 16 и вернуть ее в нулевое положение. Стрелка указателя положения руля при этом быстро переместится на величину 2–3 градуса в соответствующую сторону;

-открыть крышку, закрывающую предохранители, и вынуть из гнезд предохранитель 12 и разорвать таким образом цепь возбуждения сельсинов М6 и М8 и снова вывести рукоятку управления 16 из нулевого положения на такой же угол поворота и застопорить; стрелка указателя положения руля при этом должна медленно перемещаться в сторону увеличения угла перекладки. Это свидетельствует о нормальной работе интегрирующего устройства;

-перевести переключатель усилителей в положение «Усилитель-1» и повторить проверку.

После окончания проверки поставить предохранитель 12 на место, закрыть крышку, выключить питание «РМ» и отключить питание от схемы рулевых указателей.

3.3. Включение и выключение авторулевого

Для включения авторулевого «Печора-1» необходимо переключатель видов управления установить в положение «Простой», подать питание в схему рулевых указателей и на рулевую машину.

Для выключении авторулевого необходимо привести руль в диаметральную плоскость, установить переключатель видов управления в положение «Простой», переключатель «РМ» поставить в положение «Откл» и отключить питание от схемы рулевых указателей.

3.4. Возможные неисправности, способы их обнаружения и устранения

В приведенной ниже таблице рассмотрены некоторые из возможных неисправностей, способы их обнаружения и устранения. При этом предполагается, что приборы, не относящиеся к авторулевому, исправны.

Вид неисправностей	Возможная причина	Меры по устранению
Не перекладывается руль при виде управления «Простой».	1. Неисправно педальное устройство, неисправны микропереключатели. 2. Неисправность в цепи обмотки возбуждения генератора.	1. Проверить и в случае необходимости заменить неисправный микропереключатель. 2. Проверить цепь питания обмотки возбуждения генератора.
Не ограничивается перекладка руля.	Подгорели или окислились контакты электрических ограничителей прибора РД.	Зачистить контакты.
При виде управления «Следящий» руль перекладывается на борт.	Обрыв в цепи возбуждения сельсина обратной связи М9 в приборе РД.	Проверить цепь возбуждения сельсина обратной связи и устранить неисправность.
Незатухающие колебания следящей системы при виде управления «Следящий».	Обрыв в цепи демпфирующего контура.	Проверить подключение и монтаж.
При виде управления «Автомат» судно плохо удерживается на курсе.	Отсутствует сигнал производной с блока коррекции.	1. Проверить положение рукоятки регулировки сигнала производной. 2. Проверить блок коррекции по п. 3.2.18.
Уход судна с курса при виде управления «Автомат».	Заедание в кинематической линии автоматного сельсина М7 либо обрыв провода возбуждения или фазы.	Проверить отсутствие заедания ротора и обрыв возбуждающего либо фазного провода.

Продолжение табл.

Вид неисправностей	Возможная причина	Меры по устранению
Не согласованы показания рулевых указателей и шкалы рулевого датчика.	1. Обрыв фазы сельсина М10 в приборе РД. 2. Срабатывает защитное устройство ЗУ.	1. Проверить, устранить. 2. Проверить цепи синхронной связи, устранить причину срабатывания ЗУ, вернуть ЗУ в исходное состояние.
При виде управления «Следящий» рукоятка управления не возвращается в нулевое положение.	Неисправна пружина возврата.	Проверить и в случае необходимости заменить новой из ЗИПа.
Не горят лампы подсветки шкал и лампы сигнализации видов управления.	1. Сгорели предохранители. 2. Неисправны реостаты ламп. 3. Сгорели лампы.	1. Проверить предохранители, заменить сгоревшие. 2. Проверить омметром, заменить неисправные. 3. Проверить лампы, заменить сгоревшие.

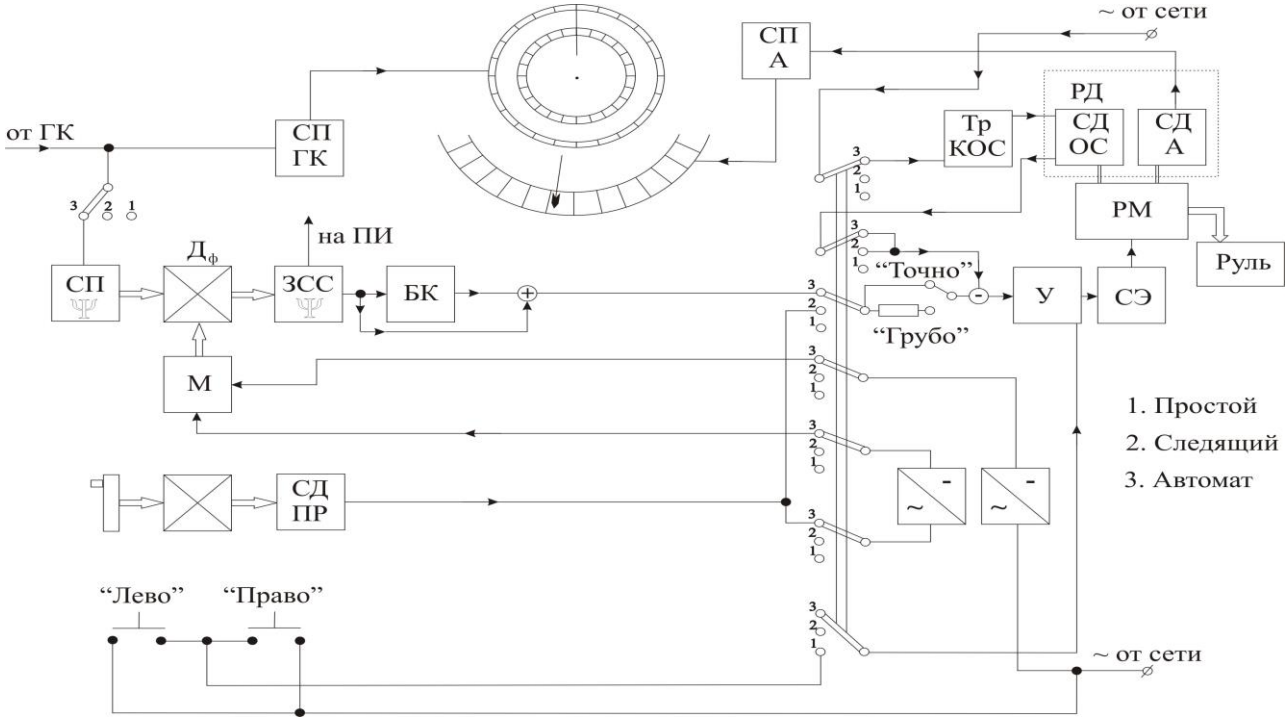

Рис. 2. Функциональная схема авторулевого «Печора-1»

Лабораторная работа №1

Оценка качества работы системы автоматического регулирования курса судна

Общие положения

Пусть движение судна с авторулевым описывается следующим уравнением:

$$T_{\text{с}}\ddot{\Psi} + \dot{\Psi} = k_{\text{с}}\alpha_{\text{р}}, \tag{1}$$

а перекладка рулевого органа для удержания судна на заданном курсе осуществляется по закону

$$\alpha_{\text{р}} = -\frac{1}{k_7}\left(k_1\Psi + k_2\dot{\Psi}\right). \tag{2}$$

В выражениях (1), (2) обозначено:

$T_{\text{с}}$ – постоянная времени судна по углу поворота, ед.;

Ψ – угол отклонения судна от заданного курса, град.;

$k_{\text{с}}$, k_1, k_2 – коэффициенты усиления, ед.;

$\alpha_{\text{р}}$ – угол перекладки рулевого органа, град.;

k_7 – коэффициент обратной связи, ед.

Подставляя (2) в (1), получаем:

$$\ddot{\Psi} + \frac{1}{T_{\text{с}}}\left(1 + \frac{k_{\text{с}}\,k_2}{k_7}\right)\dot{\Psi} + \frac{k_{\text{с}}\,k_1}{k_7 T_{\text{с}}}\Psi = 0. \tag{3}$$

Введем следующие обозначения:

$$\frac{1}{T_{\text{с}}}\left(1 + \frac{k_{\text{с}}\,k_2}{k_7}\right) = a;$$

$$\frac{k_{\text{с}}\,k_1}{k_7\,T_{\text{с}}} = b.$$

С учетом принятых обозначений получим:

$$\ddot{\Psi} + a\dot{\Psi} + b\Psi = 0. \qquad (4)$$

Составим характеристическое уравнение для выражения (4):

$$p^2 + ap + b = 0. \qquad (5)$$

Найдем корни уравнения (5):

$$p_1 = -\frac{a}{2} + \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 - b};$$

$$p_2 = -\frac{a}{2} - \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 - b}.$$

Порядок выполнения работы

1. Если корни характеристического уравнения (5) комплексные сопряженные, то есть

$$p_1 = -\lambda + \omega i; \quad p_2 = -\lambda - \omega i,$$

где $\lambda = a/2$; $\omega = \sqrt{\left|\left(\frac{a}{2}\right)^2 - b\right|}$,

то решение уравнения (4) будет иметь следующий вид:

$$\Psi = \Psi_0\left(\cos\omega\tau + \frac{\lambda}{\omega}\sin\omega\tau\right)e^{-\lambda\tau}. \qquad (6)$$

Здесь $\Psi_0 = 10^{\circ}$ – начальный угол отклонения судна от заданного курса, град.;

τ – безразмерное время, ед.;

e – основание натурального логарифма, ед.

Характер перекладки рулевого органа для возвращения судна на заданный курс определится выражением:

$$\alpha_{\text{р}} = -\frac{\Psi_0}{k_7}\left[k_1 \cos\omega\tau + \frac{k_1\lambda - k_2\left(\lambda^2 + \omega^2\right)}{\omega}\sin\omega\tau\right]e^{-\lambda\tau}. \qquad (7)$$

Координаты движения судна в процессе его возвращения на заданный курс находятся по следующим уравнениям:

$$X = L\tau; \qquad (8)$$

$$Y = \frac{L\Psi_0}{57{,}3^{\text{o}}\left(\lambda^2 + \omega^2\right)}\left[\frac{\left|\omega^2 - \lambda^2\right|}{\omega}\sin\omega\tau + 2\lambda\left(1 - \cos\omega\tau\right)\right]e^{-\lambda\tau}, \qquad (9)$$

где L =100 м – длина судна.

2. Если корни характеристического уравнения (5) действительные, то решение уравнения (4) будет иметь следующий вид:

$$\Psi = \Psi_0\left(\frac{p_2}{p_2 - p_1}e^{p_1\tau} + \frac{p_1}{p_1 - p_2}e^{p_2\tau}\right). \qquad (10)$$

Характер перекладки рулевого органа для возвращения судна на заданный курс определится выражением:

$$\alpha_{\text{р}} = -\frac{\Psi_0}{k_7\left(p_2 - p_1\right)}\left[k_1\left(p_2 e^{p_1\tau} - p_1 e^{p_2\tau}\right) + \right.$$

$$\left. + k_2 p_1 p_2\left(e^{p_1\tau} - e^{p_2\tau}\right)\right]. \qquad (11)$$

Координаты движения судна в процессе его возвращения на заданный курс находятся по следующим уравнениям:

$$X = L\tau; \qquad (12)$$

$$Y = \frac{L\Psi_0}{57{,}3^{\text{o}}\, p_1 p_2\left(p_2 - p_1\right)}\left[p_1^2\left(1 - e^{p_2\tau}\right) - p_2^2\left(1 - e^{p_1\tau}\right)\right]. \qquad (13)$$

Содержание задания

1. Выполнить расчеты, задавая значения безразмерного времени τ от 0 до 25 с шагом $\Delta\tau$ =1.

2. Построить кривые $\Psi = f_1(\tau)$, $\alpha_p = f_2(\tau)$, $Y = f_3(\tau)$ для значений k_2 = 0,0; 1,5; 3,0; в следующем масштабе: единица времени τ – 0,5 см; 1^0 – 0,5 см; 25 м бокового смещения Y – 0,5 см.

3. Оценить, при каком значении коэффициента усиления k_2 качество работы системы автоматического регулирования курса судна будет лучшим.

Задания для лабораторной работы № 1

Вариант	Значения исходных данных						
	T_c	k_c	k_7	k_1	k_2		
					1	2	3
1	15,0	0,60	0,105	0,205	0,0	1,5	3,0
2	15,5	0,61	0,106	0,210	0,0	1,5	3,0
3	16,0	0,62	0,107	0,215	0,0	1,5	3,0
4	16,5	0,63	0,108	0,220	0,0	1,5	3,0
5	17,0	0,64	0,109	0,225	0,0	1,5	3,0
6	17,5	0,65	0,110	0,230	0,0	1,5	3,0
7	18,0	0,66	0,111	0,235	0,0	1,5	3,0
8	18,5	0,67	0,112	0,240	0,0	1,5	3,0
9	19,0	0,68	0,113	0,245	0,0	1,5	3,0
10	19,5	0,69	0,114	0,250	0,0	1,5	3,0
11	20,0	0,70	0,115	0,255	0,0	1,5	3,0
12	20,5	0,71	0,116	0,260	0,0	1,5	3,0
13	21,0	0,72	0,117	0,265	0,0	1,5	3,0
14	21,5	0,73	0,118	0,270	0,0	1,5	3,0
15	22,0	0,74	0,119	0,275	0,0	1,5	3,0

Лабораторная работа № 2

Определение параметров движения цели и элементов сближения судов

Пусть при каждом обзоре с помощью судовой РЛС измеряются пеленги $П_i$ цели и дистанция D_i до неё. Зная курс нашего судна $К_н$, рассчитываются курсовые углы цели по выражению:

$$КУ_i = П_i - К_н. \tag{1}$$

После этого определяются прямоугольные координаты цели в системе подвижных координат x и y, связанной с нашим судном:

$$\left.\begin{aligned} x_i &= D_i \cos КУ_i; \\ y_i &= D_i \sin КУ_i. \end{aligned}\right\} \tag{2}$$

Сглаживание координат цели на момент первых измерений производится по формулам:

$$\bar{x}_1 = \frac{2}{n(n+1)} \sum_{i=1}^{n} (2n - 3i + 2) x_i; \tag{3}$$

$$\bar{y}_1 = \frac{2}{n(n+1)} \sum_{i=1}^{n} (2n - 3i + 2) y_i, \tag{4}$$

где n – общее число измерений, ед.;

i – порядковый номер измерения, ед.

Сглаженные значения проекций относительной скорости цели на оси координат рассчитываются по выражениям:

$$\bar{V}_{ox} = \frac{6}{T_0 n (n^2 - 1)} \sum_{i=1}^{n} (2i - n - 1) x_i; \tag{5}$$

$$\bar{V}_{oy} = \frac{6}{T_0 n (n^2 - 1)} \sum_{i=1}^{n} (2i - n - 1) y_i. \tag{6}$$

Здесь T_0 = 4с – период обзора, с.

Составляющие вектора относительной скорости позволяют вычислить и все остальные параметры движения цели по формулам:

$$\overline{V}_{\text{о}} = \pm\sqrt{\overline{V}_{\text{о}x}^2 + \overline{V}_{\text{о}y}^2}\ ; \tag{7}$$

$$K_{\text{о}} = 180^{\text{о}} + \arcsin\left(\overline{V}_{\text{о}y} / \overline{V}_{\text{о}}\right); \tag{8}$$

$$V_{\text{ц}x} = \overline{V}_{\text{о}x} + V_{\text{н}} \cos K_{\text{н}}\ ; \tag{9}$$

$$V_{\text{ц}y} = \overline{V}_{\text{о}y} + V_{\text{н}} \sin K_{\text{н}}\ ; \tag{10}$$

$$V_{\text{ц}} = \pm\sqrt{V_{\text{ц}x}^2 + V_{\text{ц}y}^2}\ ; \tag{11}$$

$$K_{\text{ц}} = 180^{\text{о}} + \arcsin\left(V_{\text{ц}y} / V_{\text{ц}}\right), \tag{12}$$

где $\overline{V}_{\text{о}}$ – сглаженное значение относительной скорости цели, кбт/с (знак $\overline{V}_{\text{о}}$ соответствует знаку $\overline{V}_{\text{о}x}$);

$K_{\text{о}}$ – относительный курс цели, град.;

$V_{\text{ц}x}$, $V_{\text{ц}y}$ – составляющие вектора скорости цели, кбт/с;

$V_{\text{н}}$ = 10,0 уз – скорость нашего судна;

$V_{\text{ц}}$ – действительная скорость цели, кбт/с (знак $V_{\text{ц}}$ соответствует знаку $V_{\text{ц}x}$);

$K_{\text{ц}}$ – действительный курс цели, град.

Сглаженные координаты цели на момент последних измерений определяются следующим образом:

$$\overline{x}_n = \overline{x}_1 + \overline{V}_{\text{о}x} T_{\text{о}} \left(n - 1\right); \tag{13}$$

$$\overline{y}_n = \overline{y}_1 + \overline{V}_{\text{о}y} T_{\text{о}} \left(n - 1\right). \tag{14}$$

При радиолокационной прокладке для предупреждения столкновений судов используются два параметра, лежащих в основе

критерия оценки опасности цели, – дистанция кратчайшего сближения $D_{кр}$ и время от момента последних измерений до момента кратчайшего сближения $T_{кр}$. Цель считается опасной, если

$$\left.\begin{aligned} &D_{кр} \le D_{зад}; \\ &0 < T_{кр} \le T_{зад}. \end{aligned}\right\} \qquad (15)$$

Здесь $D_{зад}$, $T_{зад}$ – заданные параметры.

Дистанция кратчайшего сближения определяется по выражению:

$$D_{кр} = \frac{\bar{y}_n \bar{V}_{ox} - \bar{x}_n \bar{V}_{oy}}{\bar{V}_o}. \qquad (16)$$

При этом знак «+» у величины $D_{кр}$ означает, что цель пройдёт по правому борту нашего судна, а знак «-» – по левому.

Время от момента последних измерений до момента кратчайшего сближения рассчитывается следующим образом:

$$T_{кр} = -\frac{\bar{x}_n \bar{V}_{ox} + \bar{y}_n \bar{V}_{oy}}{\bar{V}_o^2}. \qquad (17)$$

Если $T_{кр}$ < 0, то это означает, что цель уже прошла точку кратчайшего сближения и удаляется от нашего судна.

Содержание задания

1. Выполнить необходимые расчёты и определить параметры движения цели и элементы сближения судов.
2. Построить ЛОД в системе относительных координат x, y в масштабе: 1 кбт – 0,5 см.
3. Проанализировать ситуацию и выбрать маневр для расхождения с целью, приняв $D_{зад}$ = 2,0 мили.

Исходные данные
для выполнения лабораторной работы № 2

Таблица 1

Результаты измерений

Номер измерения	1	2	3	4	5
Пеленг цели $П_i$,...°	351,4	351,6	351,3	351,4	351,2
Дистанция до цели D_i, кбт	48,7	48,4	48,2	47,9	47,7

Таблица 2

Варианты заданий

Номер варианта	Курс нашего судна, $К_н$,...°	Номер варианта	Курс нашего судна, $К_н$,...°
1	310,0	9	5,0
2	315,0	10	10,0
3	320,0	11	15,0
4	325,0	12	20,0
5	330,0	13	25,0
6	335,0	14	30,0
7	340,0	15	35,0
8	0,0	16	40,0

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»
2025-2026 учебный год
Экзамен по дисциплине «Автоматизация судовождения»
Специальность/направление подготовки 26.05.05 «*Судовождение*»
Специализация/профиль Судовождение на морских и внутренних водных путях

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Дайте определения следующим ключевым понятиям: Система Автоматического Управления (САУ), Система Автоматического Регулирования (САР), возмущающее воздействие. Приведите примеры для каждого в контексте судовождения.
2. В чём заключается принципиальное различие между принципами регулирования «по отклонению» и «по возмущению»? Почему в судовых авторулевых преимущественно используется первый?

Заведующий кафедрой _____ /Хвостов Р.С./
(подпись)

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»
2025-2026 учебный год
Экзамен по дисциплине «Автоматизация судовождения»
Специальность/направление подготовки 26.05.05 «*Судовождение*»
Специализация/профиль Судовождение на морских и внутренних водных путях

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Опишите назначение и принцип работы ПИД-регулятора в системе авторулевого. Какую роль играет каждая из составляющих (П, И, Д)?
2. Назовите и охарактеризуйте основные критерии качества переходного процесса в САР

Заведующий кафедрой _____ /Хвостов Р.С./
(подпись)

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»
2025-2026 учебный год
Экзамен по дисциплине «Автоматизация судовождения»
Специальность/направление подготовки 26.05.05 «*Судовождение*»
Специализация/профиль Судовождение на морских и внутренних водных путях

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. В чём заключается принципиальное отличие задачи стабилизации судна на курсе от задачи стабилизации на траектории? Какую дополнительную информацию использует система стабилизации на траектории?
2. Раскройте понятие «комплексирование навигационных измерений». Каковы его основные цели и какие подходы к его реализации существуют?

Заведующий кафедрой _____ /Хвостов Р.С./
(подпись)

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»
2025-2026 учебный год
Экзамен по дисциплине «Автоматизация судовождения»
Специальность/направление подготовки 26.05.05 «*Судовождение*»
Специализация/профиль Судовождение на морских и внутренних водных путях

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

1. Опишите преимущества и недостатки автономных и неавтономных систем навигации. Почему их совместное использование в интегрированной системе является наиболее эффективным?
2. Дайте определение целостности навигационной системы. Какие внутренние и внешние методы её обеспечения и контроля вы знаете?

Заведующий кафедрой _____ /Хвостов Р.С./
(подпись)

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»
2025-2026 учебный год
Экзамен по дисциплине «Автоматизация судовождения»
Специальность/направление подготовки 26.05.05 «*Судовождение*»
Специализация/профиль Судовождение на морских и внутренних водных путях

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

1. Каковы ключевые компоненты аппаратной основы современной интегрированной навигационной системы (ИНС)? Опишите назначение и принцип работы инерциального измерительного блока (IMU).
2. Сравните слабосвязанную и сильносвязанную схемы интеграции данных в ИНС. Какая из них обеспечивает большую устойчивость к помехам и почему?

Заведующий кафедрой _____ /Хвостов Р.С./
(подпись)

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»
2025-2026 учебный год
Экзамен по дисциплине «Автоматизация судовождения»
Специальность/направление подготовки 26.05.05 «*Судовождение*»
Специализация/профиль Судовождение на морских и внутренних водных путях

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

1. Опишите суть итеративного алгоритма расчета координат места судна по двум линиям положения (ЛП). В чём главный недостаток этого метода?
2. В каких случаях применяется метод наименьших квадратов (МНК) для определения места судна? В чём его преимущества перед алгоритмом для двух ЛП?

Заведующий кафедрой _____ /Хвостов Р.С./
(подпись)

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»
2025-2026 учебный год
Экзамен по дисциплине «Автоматизация судовождения»
Специальность/направление подготовки 26.05.05 «*Судовождение*»
Специализация/профиль Судовождение на морских и внутренних водных путях

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

1. Опишите принцип работы фильтра Калмана, подробно разобрав два основных этапа его циклического процесса: прогноз и коррекция.
2. Почему фильтр Калмана считается более эффективным для оценки параметров движущегося судна по сравнению с разовым расчетом по МНК?

Заведующий кафедрой _____ /Хвостов Р.С./
(подпись)

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»
2025-2026 учебный год
Экзамен по дисциплине «Автоматизация судовождения»
Специальность/направление подготовки 26.05.05 «*Судовождение*»
Специализация/профиль Судовождение на морских и внутренних водных путях

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

1. Каковы основные требования к программной реализации навигационных алгоритмов (на примере МНК или фильтра Калмана) в судовом оборудовании?
2. В чём состоит принципиальная разница между навигационным (обсервационным) и инерциальным (прогнозирующим) счислением пути?

Заведующий кафедрой _____ /Хвостов Р.С./
(подпись)

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»
2025-2026 учебный год
Экзамен по дисциплине «Автоматизация судовождения»
Специальность/направление подготовки 26.05.05 «*Судовождение*»
Специализация/профиль Судовождение на морских и внутренних водных путях

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9

1. Опишите принципы автоматизации счисления пути: непрерывность, коррекция по внешним источникам, учет внешних факторов. Что такое «круг неопределенности» и какую информацию он предоставляет судоводителю?
2. Что такое «поперечное отклонение» (XTE) и какую роль оно играет в системе стабилизации судна на траектории? Опишите алгоритм «Line of Sight» (LOS).

Заведующий кафедрой _____ /Хвостов Р.С./
(подпись)

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»
2025-2026 учебный год
Экзамен по дисциплине «Автоматизация судовождения»
Специальность/направление подготовки 26.05.05 «*Судовождение*»
Специализация/профиль Судовождение на морских и внутренних водных путях

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10

1. Раскройте понятия «встроенное» и «наложенное» циркуляционное движение при стабилизации судна на траектории. Какова цель их оптимизации?
2. Опишите информационную модель задачи расхождения судов. Какие данные о собственном судне, целях и внешних условиях она включает?

Заведующий кафедрой _____ /Хвостов Р.С./
(подпись)

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»
2025-2026 учебный год
Экзамен по дисциплине «Автоматизация судовождения»
Специальность/направление подготовки 26.05.05 «*Судовождение*»
Специализация/профиль Судовождение на морских и внутренних водных путях

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11

1. Опишите математическую модель задачи расхождения судов, выделив этапы оценки опасности, выбора маневра и прогнозирования развития ситуации. Что такое CPA и TCPA и как они рассчитываются?
2. Почему полная автоматизация процесса расхождения судов (без участия человека) до сих пор не является стандартной практикой, несмотря на наличие технических возможностей?

Заведующий кафедрой _____ /Хвостов Р.С./
(подпись)

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»
2025-2026 учебный год
Экзамен по дисциплине «Автоматизация судовождения»
Специальность/направление подготовки 26.05.05 «*Судовождение*»
Специализация/профиль Судовождение на морских и внутренних водных путях

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12

1. Назовите основные цели автоматизации судовождения. Проиллюстрируйте каждую из них конкретными примерами судовых автоматизированных систем.
2. Опишите место и роль автоматизации судовождения в общей структуре интегрированной мостиковой системы (ИМС) и комплексной судовой автоматизации.

Заведующий кафедрой _____ /Хвостов Р.С./
(подпись)

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»
2025-2026 учебный год
Экзамен по дисциплине «Автоматизация судовождения»
Специальность/направление подготовки 26.05.05 «*Судовождение*»
Специализация/профиль Судовождение на морских и внутренних водных путях

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13

1. Какие функции выполняет современный авторулевой помимо простого удержания заданного курса? Как он интегрируется с другими навигационными системами?
2. Каковы основные задачи судоводителя в контуре управления «человек-машина» при использовании автоматизированных систем расхождения (САРП)?

Заведующий кафедрой _____ /Хвостов Р.С./
(подпись)

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»
2025-2026 учебный год
Экзамен по дисциплине «Автоматизация судовождения»
Специальность/направление подготовки 26.05.05 «*Судовождение*»
Специализация/профиль Судовождение на морских и внутренних водных путях

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14

1. Опишите, как система динамического позиционирования (ДП) использует принципы автоматического регулирования для удержания судна в заданной позиции.
2. Каковы современные тенденции и перспективы развития аппаратного обеспечения интегрированных навигационных систем (например, гироскопы МЭМС, ВОГ, квантовые сенсоры)?

Заведующий кафедрой _____ /Хвостов Р.С./
(подпись)

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»
2025-2026 учебный год
Экзамен по дисциплине «Автоматизация судовождения»
Специальность/направление подготовки 26.05.05 «*Судовождение*»
Специализация/профиль Судовождение на морских и внутренних водных путях

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15

1. Как искусственный интеллект и машинное обучение могут быть применены в будущем для повышения эффективности и безопасности автоматизированного судовождения?
2. Какие требования международных нормативных документов (ИМО, Регистр) определяют состав и функционал интегрированных навигационных систем и ЭКНИС на морских судах?

Заведующий кафедрой _____ /Хвостов Р.С./
(подпись)

ИТОГОВОЕ ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ

по дисциплине: «Автоматизация судовождения» специальности 26.05.05 Судовождение, образовательная программа «Судовождение на морских и внутренних водных путях»

Оцениваемые компетенции:

ОПК-5. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Таблица тестовых заданий

№	Уровень	Вид задания	Формулировка
1	Б	Закрытое (1 ответ)	**Прочитайте текст и выберите правильный ответ.** Что является ключевым принципом построения ИНС? 1) только GNSS 2) комплексирование датчиков 3) наличие минимум 1 неавтономного прибора 4) только автономные приборы без коррекций *Запишите цифру правильного ответа*
2	Б	Закрытое (1 ответ)	**Прочитайте текст и выберите правильный ответ.** Какой источник навигационной информации является автономным? 1) GNSS 2) ИНС 3) SBAS 4) DGPS *Запишите цифру правильного ответа*
3	Б	Закрытое (1 ответ)	**Прочитайте текст и выберите правильный ответ.** Как называется алгоритм оптимального объединения прогноза и измерений навигационных параметров? 1) Крамер 2) Калман 3) скользящее суммирование 4) прямая подстановка *Запишите цифру правильного ответа*
4	Б	Закрытое (1 ответ)	**Прочитайте текст и выберите правильный ответ.** Уязвимость GNSS по сравнению с ИНС: 1) дрейф 2) помехи/затенение/скачки 3) нет абсолютных координат 4) нет глобальности *Запишите цифру правильного ответа*
5	Б	Закрытое (1 ответ)	**Прочитайте текст и выберите правильный ответ.** Какая задача относится к применению ИТ в работе судоводителя? 1) ручные расчеты без приборов 2) контроль маршрута, XTE и рисков сближения по ECDIS/САРП 3) только береговые ориентиры 4) навигация без электронных средств *Запишите цифру правильного ответа*

<table>
<tr><th>№</th><th>Уровень</th><th>Вид задания</th><th>Формулировка</th></tr>
<tr><td>6</td><td>П</td><td>Тестовое задание закрытого типа на установление соответствия</td><td>Прочитайте текст и установите соответствие «источник — характеристика».
<table>
<tr><td>A) GNSS</td><td>1) Пройденное расстояние</td></tr>
<tr><td>B) Лаг</td><td>2) курс+возможен дрейф</td></tr>
<tr><td>C) гирокомпас</td><td>3) высокая абсолютная точность+уязвим к помехам</td></tr>
</table>
Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:
<table>
<tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>П</td><td>Тестовое задание закрытого типа на установление последовательности</td><td>Прочитайте текст и установите последовательность этапов цикла фильтра Калмана:
1) измерения/невязка
2) прогноз состояния
3) корректировка
4) прогноз неопределенности
Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:
<table>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>8</td><td>П</td><td>Комбинированное (неск. ответов + обоснование)</td><td>Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите развернутый обоснованный ответ.
Цели комплексирования:
1) точность
2) снижение шумов/ошибок
3) снижение отказоустойчивости
4) рост частоты обновления
5) отказоустойчивость
Запишите все цифры правильного ответа и обоснуйте выбор</td></tr>
<tr><td>9</td><td>В</td><td>Открытое задание (с развернутым ответом)</td><td>Прочитайте ситуацию и запишите развернутый обоснованный ответ.
GNSS “скачет”, ИНС/гиро/лаг стабильны.
Опишите алгоритм действий судоводителя (6–10 пунктов): проверка, выбор опорных источников, обеспечение безопасности.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>В</td><td>Открытое задание (с развернутым ответом)</td><td>Прочитайте ситуацию и запишите развернутый ответ.
Почему для безопасности важно знать приоритеты источников данных и быстрый переход на альтернативы/режимы?
Приведите 2 примера последствий при их отсутствии.</td></tr>
</table>

ПК-5. Способен обеспечить безопасное плавание судна путем использования информации от навигационного оборудования и систем, облегчающих процесс принятия решений

Таблица тестовых заданий

№	Уровень	Вид задания	Формулировка
1	Б	Закрытое (1 ответ)	**Прочитайте текст и выберите правильный ответ.** Какие параметры САРП оценивает для опасности сближения? 1) XTE/LOS 2) HDG/LOG 3) DCPA/TCPA 4) RTK/RAIM *Запишите цифру правильного ответа*
2	Б	Закрытое (1 ответ)	**Прочитайте текст и выберите правильный ответ.** Основная связка для движения “из точки - в точку”: 1) РЛС+эхолот 2) ECDIS+авторулевой 3) АИС+лаг 4) гиро+термометр *Запишите цифру правильного ответа*
3	Б	Закрытое (1 ответ)	**Прочитайте текст и выберите правильный ответ.** Поперечное отклонение от линии пути называется: 1) XTE 2) CPA 3) SOG 4) RAIM *Запишите цифру правильного ответа*
4	Б	Закрытое (1 ответ)	**Прочитайте текст и выберите правильный ответ.** Почему полная автоматизация расхождения используется осторожно? 1) САРП не умеет определять CPA 2) ответственность/МППСС-72 3) ECDIS не показывает цели 4) нет датчиков скорости *Запишите цифру правильного ответа*
5	Б	Закрытое (1 ответ)	**Прочитайте текст и выберите правильный ответ.** Роль судоводителя при наличии “авто-маневра”: 1) исключена 2) ведет только журнал 3) подтверждает тревоги 4) анализирует и выбирает безопасный вариант *Запишите цифру правильного ответа*
6	П	Тестовое задание закрытого типа на установление последовательности	**Прочитайте текст и установите последовательность оценки опасности сближения.** 1) сравнить CPA с MIN_CPA 2) рассчитать CPA/TCPA 3) проверить TCPA>0 4) сравнить TCPA с MIN_TCPA | | | | |

<table>
<tr><th>№</th><th>Уровень</th><th>Вид задания</th><th>Формулировка</th></tr>
<tr><td rowspan="2">7</td><td rowspan="2">П</td><td rowspan="2">Тестовое задание закрытого типа на установление соответствия</td><td>Прочитайте текст и установите соответствие «функция — система».
<table>
<tr><td>A) CPA/TCPA, автосопровождение</td><td>1) авторулевой</td></tr>
<tr><td>B) маршрут/контроль по карте</td><td>2) ECDIS</td></tr>
<tr><td>C) удержание курса/траектории.</td><td>3) САРП</td></tr>
</table>
Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:
<table>
<tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>8</td><td>П</td><td>Комбинированное (неск. ответов + обоснование)</td><td>Прочитайте текст, выберите правильные ответы и обоснуйте.
Выберите подсистемы IBS:
1) ECDIS
2) САРП
3) авторулевой</td></tr>
<tr><td>9</td><td>В</td><td>Открытое (развернутый ответ)</td><td>Прочитайте ситуацию и запишите развернутый обоснованный ответ.
САРП предлагает поворот вправо 15°. Опишите минимум 6 проверок/шагов перед выполнением.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>В</td><td>Открытое (развернутый ответ)</td><td>Прочитайте ситуацию и запишите развернутый ответ.
В стесненных условиях усилилось течение, XTE растет. Почему удержания курса недостаточно и как track keeping (LOS/упреждение) «подводит» судно к линии пути?</td></tr>
</table>

ПК-31. Способен исполнять процедуры безопасности и порядок действий при авариях; переход с дистанционного/автоматического на местное управление всеми системами

Таблица тестовых заданий

№	Уровень	Вид задания	Формулировка
1	Б	Закрытое (1 ответ)	**Прочитайте текст и выберите правильный ответ.** Ключевая обязанность при автоматизации судовождения: 1) исключать ручное 2) игнорировать сбои GNSS 3) выполнять только “авто-маневр” 4) быть готовым перейти на ручное управление *Запишите цифру правильного ответа*
2	Б	Закрытое (1 ответ)	**Прочитайте текст и выберите правильный ответ.** При потере целостности навигационных данных: 1) ничего 2) отключить датчики 3) оценить обстановку и перейти на альтернативные методы навигации 4) продолжать наблюдение до смены ситуации *Запишите цифру правильного ответа*
3	Б	Закрытое (1 ответ)	**Прочитайте текст и выберите правильный ответ.** Принцип безопасной эксплуатации автоматизированных систем: 1) меньше контроля 2) непрерывный контроль+готовность вмешательства+резервные режимы 3) не проверять источники 4) отключить тревоги *Запишите цифру правильного ответа*
4	Б	Закрытое (1 ответ)	**Прочитайте текст и выберите правильный ответ.** Действия судоводителя в контуре “САРП—ECDIS—авторулевой”: 1) не вмешиваться 2) ввод/контроль/анализ+готовность вмешаться 3) делегировать САРП 4) отключить тревоги *Запишите цифру правильного ответа*
5	Б	Закрытое (1 ответ)	**Прочитайте текст и выберите правильный ответ.** Что относится к контролю корректности работы систем: 1) проверка целостности GNSS/качества САРП 2) увеличить скорость при тревоге 3) отключить ECDIS 4) перейти на авторулевой при неопределенности *Запишите цифру правильного ответа*

<table>
<tr><th>№</th><th>Уровень</th><th>Вид задания</th><th>Формулировка</th></tr>
<tr><td>6</td><td>П</td><td>Тестовое задание закрытого типа на установление последовательности</td><td>Прочитайте текст и установите последовательность действий при потере целостности ГНСС.
1) контроль оборудования
2) оценка обстановки
3) переход на альтернативы
4) фиксация события
Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:
<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>П</td><td>Тестовое задание закрытого типа на установление соответствия</td><td>Прочитайте текст и установите соответствие «ситуация — первичный фокус».
<table><tr><td>A) Потеря целостности</td><td>1)альтернативы+проверка</td></tr><tr><td>B) авто-маневр в стесненных условиях</td><td>2) анализ +учет контекста</td></tr><tr><td>C) САРП предлагает сомнительный маневр</td><td>3) мониторинг+готовность вмешательства</td></tr></table>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:
<table><tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table></td></tr>
<tr><td>8</td><td>П</td><td>Комбинированное (неск. ответов + обоснование)</td><td>Прочитайте текст, выберите правильные ответы и обоснуйте.
Верно про “человека в автоматизированной системе”:
1) постановка задачи
2) контроль корректности
3) автоматизация запрещена
4) учет контекста
5) готовность к ручному управлению
Запишите все цифры правильного ответа и обоснуйте выбор</td></tr>
<tr><td>9</td><td>В</td><td>Открытое (развернутый ответ)</td><td>Прочитайте ситуацию и запишите развернутый обоснованный ответ.
Во время движения с использованием авторулевого растут расхождения показания GNSS с другими приборами, растет XTE. Опишите безопасный порядок действий (8+ шагов), включая переход от авто к ручному режиму.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>В</td><td>Открытое (развернутый ответ)</td><td>Прочитайте ситуацию и запишите развернутый обоснованный ответ.
Почему “готовность к немедленному вмешательству” — элемент процедур безопасности?
Приведите 3 аргумента: технический, организационный, юридический/процедурный.</td></tr>
</table>