

- whole operating region considering dynamic conditions // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part D. Journal of automobile engineering. 2019. Volume 233: Number 11; pp 2970-2984.
6. Epihin A.I., Kondrat'ev S.I., Hekert E.V. Prognozirovanie mnogomernykh nestacionarnykh vremennykh ryadov s ispol'zovaniem nejromodelirovaniya // Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2020. № 4-4 (50). S. 23-27.
 7. Epihin A.I., Kondrat'ev S.I., Hekert E.V. Prognozirovanie mnogomernykh nestacionarnykh vremennykh ryadov s ispol'zovaniem nejromodelirovaniya // Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2020. № 4-4 (50). S. 23-27.
 8. Kondrat'ev S.I. Formirovanie professional'noj kompetencii v processe trenazhernoj podgotovki - faktor obespecheniya bezopasnosti sudovozhdeniya [Tekst] / S.I.Kondrat'ev, N.B. Hmeleva // Theoretical & Applied Science. 2014. № 12 (20). S. 16-21.
 9. Kondrat'ev S.I. Obespechenie bezopasnosti plavaniya transportnykh sudov v portu pri manevrirovanii v operacionnoj akvatorii prichala [Tekst] / S.I. Kondrat'ev, V.V. Ustinov // Transportnoe delo Rossii. 2012. № 6-2. S. 196-197
 10. Epihin A.I., Hekert E.V., Karakaev A.B., Modina M.A. Osobennosti postroeniya prognosticheskoy nejro-fazzi seti // Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2020. № 4-4 (50). S. 13-17.
 11. Epihin A.I., Hekert E.V., Modina M.A. Principy nejroupravleniya i varianty arhitektury nejronnykh setej, primenitel'no k slozhnoj dinamicheskoy sisteme SEU-SUDNO // Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2020. № 4-4 (50). S. 18-22.
 12. Epihin A.I., Kondrat'ev S.I., Hekert E.V. Prognozirovanie mnogomernykh nestacionarnykh vremennykh ryadov s ispol'zovaniem nejromodelirovaniya // Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2020. № 4-4 (50). S. 23-27.
 13. Pechnikov A.N., Hekert E.V. Ergonomicheskij podhod k ocenivaniyu deyatel'nosti sudovykh specialistov: eksperimental'naya aprobaciya predlozhennykh modelej i procedur // Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2019. № 4-3 (46). S. 104-110.
 14. Pechnikov A.N., Hekert E.V., Savel'ev V.G., Aderihin I.V. Ergonomicheskij podhod k ocenivaniyu deyatel'nosti sudovykh specialistov: modeli transformacii dejstviya v processe ego osvoeniya i procedura ih prakticheskogo primeneniya // Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2019. № 1-2 (43). S. 104-111.
 15. Modina M.A., SHkoda V.V. Tekhnologii izgotovleniya magnitoprovodov aksial'nykh generatorov i transformatorov dlya morskikh i vozdušnykh sudov // Materialy devyatoj Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «TTS-17». Kubanskij gosudarstvennyj tekhnologicheskij universitet, Krasnodarskoe vysshee voennoe aviacionnoe uchilishche letchikov imeni A.K. Serova; pod obshchej redakciej B.H. Gajtova. 2017. S. 27-31.
 16. Timchenko T.N., SHtefan B.A. Perestrojka toplivnoj sistemy sudov v svyazi s vstupleniem v silu novykh trebovanij MARPOL. - Ezhekvartal'nyj sbornik nauchnykh statej «Ekspluatatsiya morskogo transporta» №4 (93), 2019.
 17. SHkoda V.V., Modina M.A. Perspektivnye konstrukcii toplivnykh nasosov dlya vozdušnykh i morskikh sudov. Materialy devyatoj Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «TTS-17». Kubanskij gosudarstvennyj tekhnologicheskij universitet, Krasnodarskoe vysshee voennoe aviacionnoe uchilishche letchikov imeni A.K. Serova; pod obshchej redakciej B.H. Gajtova. 2017. S. 20-27.

УДК 629.12

DOI: 10.34046/aumsuomt98/10

СТАБИЛИЗАЦИОННАЯ ДВУХОСЕВАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ НА БОРТУ СУДНА ПОСРЕДСТВОМ 3D-ПЕЧАТИ

В.В. Заслонов, мл. научный сотрудник НИЛ

Аддитивные технологии, применяемые на современном морском флоте для изготовления запасных частей, дают возможность добиться значительных результатов в оптимизации процесса эксплуатации и ремонта судового оборудования. Сейчас на 3D-принтерах печатаются небольшие детали, прототипы, выполняется ремонт деталей. Неисправную деталь можно напечатать прямо на борту судна, что сокращает логистическую цепочку, позволяет уменьшить расходы и время ремонта. В статье представлено описание стабилизированной двухосевой платформы для 3D-принтера, построенной на базе микроконтроллерного устройства, четырех сервоприводов и датчика гироскопа с акселерометром. Предлагаемая структура платформы позволяет обеспечить удержание печатающей установки в одном горизонтальном положении относительно нулевых углов крена и дифферента судна. Установка принтера на такую платформу даст возможность производить непрерывную печать деталей или частей механизмов во время шторма или при волнении моря.

Ключевые слова: 3D-печать, 3D-принтер, стабилизационная платформа, морская транспортная отрасль

TWO-AXIS STABLE PLATFORM FOR 3-D PRINTER

V.V. Zaslunov

Additive technologies used in the modern Navy for the manufacture of spare parts, make it possible to achieve significant results in the optimization of the operation and repair of marine equipment. Now on 3D-printers small details, prototypes are printed, repair of details is carried out. The defective part can be printed directly on Board the ship, which reduces the logistics chain, reduces costs and repair time. The article describes a stabilized two-axis platform for a 3D printer based on a microcontroller device, four servos and a gyroscope sensor with an accelerometer. The proposed structure of the platform allows to keep the printing plant in one horizontal position relative to the zero angles of the roll and trim of the vessel. Installing the printer on such a platform will make it possible to produce continuous printing of parts or parts of mechanisms during a storm or when the sea waves.

Keywords: 3D printing, 3D printer, stabilization platform, marine transport industry.

Одна из крупнейших в мире судоходных компаний *Maersk* приступили к разработке концепта проекта по использованию 3D-принтеров в качестве способа изготовления деталей на своих судах. По словам представителей *Maersk*, печать даже нескольких деталей во время плавания значительно снизит затраты на поставку запчастей. Ведь очень часто поломки на судне происходят посреди океана. Доставка необходимых запчастей может обойтись очень дорого, а также занять немало времени. В то время как разные версии 3D-принтера могут в течении нескольких изготовить необходимую часть узла из конкретного материала [1, 2].

Основная проблема для обеспечения непосредственной печати – качка. Для непрерывной и качественной печати деталей при волнении предлагается разработать специальной платформы для 3-D принтеров на судах (рисунок 1).



Рисунок 1 – Концепт платформы для печати деталей на судне

Основная функция такой платформы – удержание печатающей установки в допустимом горизонтальном положении относительно нуле-

вых углов крена и дифферента судна. Данный аспект и стал ключевым при проектировании конструкции и формирования скетча для контроллера, что и отличает данную разработку от существующих.

Стабилизированная двухосевая платформа строится на базе микроконтроллерного устройства, такого как Arduino или Raspberry [3,4], сервоприводов и датчика гироскопа с акселерометром. Управление сервоприводами осуществляется с помощью комбинированных данных с датчиков о пространственном положении верхней платформы (стола).

Для установки или замены неисправного модуля гироскопа и акселерометра необходимо освободить поверхность стола от печатающего устройства и открыть отсек модуля. Установить модуль согласно схеме распиновки платы модуля и слота установки. Если датчик установлен в слот и стол находится в ровном положении, то можно начать установку печатающего устройства на поверхность стола. Для этого необходимо разместить печатающее устройство в центре стола, задвинуть к корпусу устройства все 4 фиксирующих элемента и затянуть гайки. После чего проверить закрепленное устройство на отсутствие люфта.

Если платформа имеет отклонения по оси X или Y – необходимо произвести калибровку датчика. Калибровка осуществляется на главной приборной панели стола (рисунок 2).

Назначение элементов панели управления стабилизированной платформы:

- 1 - кнопка “SET” активирует выбранный элемент или строку на дисплее;
- 2 - кнопка “RESET” полностью перезагружает микроконтроллер;
- 3 - энкодер, поворачиваясь почасовой или против часовой стрелки, перемещает строку меню

между пунктами. При выборе пункта меню с помощью кнопки “SET” позволяет выбрать необходимое значение параметра. Нажатие на энкодер возвращает строку в подвижное состояние.



Рисунок 2 – Панель системы управления платформы

Для настройки нулевого уровня необходимо задать значения оси X и оси Y с помощью меню калибровки (рисунок 3). Для этого с помощью ручки энкодера выбираем элемент меню, отвечающий за ось X или Y, нажимаем кнопку “SET”, поворачивая энкодер устанавливаем такое значение, при котором платформа не имеет наклона по осям, нажимаем на ручку энкодера, выбираем пункт меню «СОХРАНИТЬ КАЛИБРОВКУ» и нажимаем кнопку “SET”. Панель управления задает значения переменных в коде программы микроконтроллера, а также выводит значения этих переменных на дисплей. Датчик отправляет микроконтроллеру текущую информацию о наклоне платформы. Сервоприводы 1, 2, 3, 4 – обеспечивают поддержание поверхности стола в нулевом положении. Разводка питания – распределяет питание на сервоприводы. Блок питания – обеспечивает питание всей схемы (Рисунок 4).

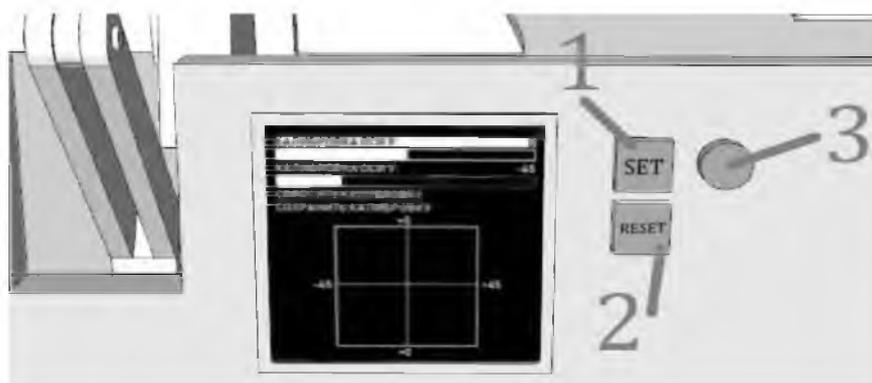


Рисунок 3 – Меню калибровки платформы по осям X и Y

ИНСТРУКЦИЯ И ПРИЛОЖЕНИЯ



Стабилизированная двухосевая платформа



Рисунок 4 – Обложка разработанное пособия по эксплуатации разрабатываемой платформы

Необходимо отметить, что развитие такого направления как судовая печать деталей позволит сэкономить судовладельцу:

- При ремонте на судне за счет того, что будет обеспечена своевременная замена некоторых узлов, что предотвратит развитие каскада поломок или износа других механизмов из-за «временной» замены и продолжительной вынужденной эксплуатации с «поломанной»;

- При доставке;
- Предотвратит простой судна.

С внедрение любых новых технологий в процесс судоходства возникает ряд проблем, которые могут коснуться не только технических аспектов (рисунок 5):

- Правовое урегулирование интеллектуальной собственности – механизмы, узлы, технические решения, с целью манипулирования *stl*-файлами для печати;

• Подготовка специалистов на борту, что непосредственно отразится на системах основного и дополнительного образований, а

так же ПДНВ-78;

• Подготовка сервисных специалистов



Рисунок 5 – Схема развития предложенной концепции

Предложенная концепция позволит облегчить ремонтные работы и повысить качество технического обслуживания, тем самым продлив производственный цикл любого механизма. Такой подход может быть применен не только на морском флоте, но и в любой другой сфере производства и промышленности.

Необходимо отметить, что развитие и внедрение подобных технологий на борту БЭС (безэкипажных судов), позволит осуществлять сервис с элементами дистанционного формата. К прибытию сервисных специалистов (механиков), некоторые узлы, которые не было возможности оперативно доставить, будет возможность напечатать заблаговременно.

Литература:

1. Компания *Maersk* с помощью 3D-принтера *uPrint SE Plus* изготавливает пластиковые детали для ремонта на борту корабля. URL: http://3d.globatek.ru/3d-printers/case-studies/uprint_maersk/.

2. Компания *Maersk* установила 3D-принтеры на борту своих судов. URL: <https://3dtoday.ru/industry/kompaniya-maersk-ustanovila-3d-printerv-na-bortu-svoikh-sudov.html>.
3. Блум Дж. Изучаем Ардуино: инструменты и методы технического волшебства – СПб: БХВ – Петербург, 2015.
4. Sommer У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino – СПб: БХВ – Петербург, 2012.

References

1. Maersk uses the Upprint SE Plus 3D printer to make plastic parts for repairs on board the ship. URL: http://3d.globatek.ru/3d-printers/case-studies/uprint_maersk/.
2. Maersk has installed 3D printers on board its ships. URL: <https://3dtoday.ru/industry/kompaniya-maersk-ustanovila-3d-printery-na-bortu-svoikh-sudov.html>.
3. Bloom J. Learning Arduino: Tools and Methods of technical magic – St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2015.
4. Sommer U. Programming of Arduino microcontroller boards/Freeduino-SPb: BHV-Petersburg, 2012.