الخلاصة

أصبحت الأزمات العالمية المتزايدة لأنظمة الاتصالات الضوئية عالية السرعة قضية عالمية في السنوات الأخيرة. لذلك من المهم تطوير حلول لهذه المشاكل. الليزر الكمي المتعاقب هو أحد مصادر الليزر الواعدة. لديها إمكانات كبيرة حيث أن مدى الأطوال الموجية في هذه الأجهزة يتراوح من 3 إلى 1000 ميكرومتر.

تتمثل الجهود الرئيسية في بناء مصدر ليزر نانوي يتمتع بخصائص مثالية لأنظمة الاتصالات الضوئية. تمت دراسة استجابة تضمين الشدة وضوضاء الشدة النسبية في الليزر النانوي الكمي المتعاقب باستخدام نموذج معادلات المعدل. قمنا بكتابة نموذج معادلات المعدل في الليزر الكمي المتعاقب ليتناسب مع الليزر النانوي الكمي المتعاقب بعد إضافة عاملين هما عامل بورسيل وعامل الانبعاث التلقائي.

ولدراسة ديناميكية استجابة تضمين الشدة في هذه الأجهزة ، نقوم بتطبيق تحليل الإشارة الصغيرة على نموذج معادلات المعدل لاشتقاق معادلة لدراسة ديناميكية استجابة تضمين الشدة. ولتحليل ضوضاء الشدة النسبية في الليزر النانوي الكمي المتعاقب ، يجب أن نجد الكثافة الطيفية للخرج الليزري وتقلبات ضوضاء الحاملات. لهذا الغرض ، نقدم مصادر ضوضاء لانجفين Langevin لكثافة الحامل والفوتون.

تشير النتائج إلى أن التأثير الكبير لعامل بورسيل Purcell في زيادة عرض النطاق الترددي لتضمين الشدة وتحسين سلوك الضوضاء حيث تؤدي هذه الزيادة إلى تحسين زمن الانبعاث التلقائي. كما كشفت النتائج عن الزيادة في عرض النطاق الترددي وانخفاض ضوضاء الشدة مع زيادة عامل الانبعاث التلقائي بسبب زيادة كمية الانبعاثات التلقائية التي تساهم في الخرج الليزري. أشارت النتائج العددية إلى أن الزيادة في وقت تشتت الحاملات يؤدي إلى زيادة عرض النطاق الترددي للتضمين وانخفاض قيمة الضوضاء حيث تؤدي هذه الزيادة في هذه الأعمار إلى تقليل الضوضاء التي تأتي من ديناميكية الحامل بجانب التحسن في زمن الانبعاث التلقائي بسبب إضافة عامل بورسيل. يمكن استخدام هذه النتيجة للتحكم في الطول الموجي للانبعاث. ولا يؤثر عمر الفوتون على النتائج العددية لعرض نطاق تضمين الشدة والضوضاء النسبية للشدة في هذه الأجهزة.